

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ
(повна назва інституту/факультету)
КАФЕДРА БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри
О. В. Лебедєв
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” _____ 2019 р.

Дипломна робота
на здобуття ступеня бакалавра

з напряму підготовки 6.051402 «Біомедична інженерія»
(код та назва)

на тему: Електронний щоденник самоконтролю для прогнозування гіперглікемії системи

Виконала: студентка 4 курсу, групи БМ-51
(шифр групи)

Мешкова К.О.
(прізвище, ім'я, по батькові) _____ (підпис)

Керівник ст. викл. каф. БМІ Білошицька О. К.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) _____ (підпис)

Консультант 4 к.т.н., доцент кафедри ОПЦБ Демчук Г.В.
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) _____ (підпис)

Нормоконтроль інженер 1 категорії Андрєєв П. І.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) _____ (підпис)

Рецензент к.т.н., доцент кафедри БЗЛ Антонова-Рафі Ю.В.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) _____ (підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Факультет

Кафедра

Рівень вищої освіти

Напрямок підготовки

Біомедичної інженерії

Біомедичної інженерії

Перший (бакалаврський)

6.051402 «Біомедична інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувача кафедри

_____ О. В. Лебедєв
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ____ ” _____ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу студенту**

_____ Мешкової Катерини Олегівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Електронний щоденник самоконтролю для прогнозування гіперглікемії

керівник роботи _____ ст. викладач Білошицька О. К.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « ____ » _____ 2019р. № _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи база даних пацієнтів з цукровим діабетом, яка складається 398 спостережень по 32 різними параметрам

4. Зміст дипломної роботи (пояснювальної записки) (перелік завдань, які потрібно розробити) дослідити сучасний стан вивчення, аналізу та моделювання зміни рівня цукру в крові; вибрати методи математичного моделювання для прогнозування перебігу захворювання; створити математичні моделі для подальшого прогнозування виникнення гіперглікемії або можливої зміни стадії захворювання; розробити мобільний додаток «DiaHelper» для моніторингу стану пацієнта, хворого на цукровий діабет; створити платформу для реалізації

можливості передачі даних від пацієнту до лікаря в режимі онлайн.

5. Перелік ілюстративного (графічного) матеріалу (із зазначенням плакатів, презентацій тощо) презентація у форматі MS Power Point

6. Консультанти розділів роботи (проекту)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Демчук Г.В., к.т.н., доцент кафедри ОПЦБ		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз літературних джерел для вивчення програм моніторингу цукрового діабету	Березень 2019 р.	
2	Аналіз існуючих мобільних додатків для моніторингу цукрового діабету	Квітень 2019 р.	
3	Вибір мови програмування для створення мобільного додатку	Квітень 2019 р.	
4	Реалізація електронного щоденнику самоконтролю у вигляді мобільного додатку	Травень 2019 р.	
5	Створення математичної моделі для прогнозування виникнення гіперглікемії або можливої зміни стадії захворювання	Травень 2019 р.	
6	Оформлення дипломної роботи	Червень 2019 р.	
7	Отримання рецензії та відгуку	Червень 2019 р.	
8	Здача роботи на нормоконтроль	Червень 2019 р.	
9	Подання документів по дипломній роботі	Червень 2019 р.	
10	Захист дипломної роботи	Червень 2019 р.	

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

К.О. Мешкова

Керівник роботи

(підпис)

О. К. Білошицька
(ініціали, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Тема роботи: «Електронний щоденник самоконтролю для прогнозування гіперглікемії».

Обсяг пояснювальної записки становить 72 сторінок, містить 13 ілюстрацій, 15 таблиць, 5 формул та 4 додатки. Загалом опрацьовано джерел.

Актуальність обраної теми обумовлена необхідністю в постійному моніторингу пацієнта, що хворий на цукровий діабет. Адже, моніторинг з боку лікаря допомагає запобігти виникненню ускладнень, а для пацієнта власне самоконтроль є головним у передбаченні критичної зміни стану. Новизна роботи обумовлена створенням щоденнику самоконтролю з можливістю передачі даних лікарю у режимі онлайн та реалізація безкоштовної можливості надання порад стосовно зміни стадії лікування.

Метою роботи є розробка мобільного додатку для моніторингу стану пацієнтів, хворих на цукровий діабет, з подальшим прогнозуванням перебігу захворювання.

Основні результати: дана робота виконана на замовлення ендокринологічного відділення Консультативно-діагностичного центру Державної наукової установи «Науково-практичний центр профілактичної та клінічної медицини» Державного управління справами. За результатами роботи було опубліковано публікацію в збірнику наукових праць I міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні системи та технології в медицині» (ISM–2018). Також створено математичну модель для подальшого прогнозування виникнення гіперглікемії або можливої зміни стадії захворювання.

Робота виконується на замовлення ендокринологічного відділення (кабінет самоконтролю).

Ключові слова: цукровий діабет, мобільний додаток, щоденник самоконтролю, математичне моделювання.

SUMMARY

Theme of work: "Electronic self-monitoring diary for prediction of hyperglycemia".

The volume of the explanatory note is 72 pages, contains 13 illustrations, 15 tables, 5 formulas and 4 annexes. In general, the sources have been processed.

The urgency of the chosen topic is due to the need for continuous monitoring of a patient who is suffering from diabetes mellitus. After all, monitoring by the doctor helps to prevent the occurrence of complications, and for the patient self-control is essential in predicting a critical state change. The novelty of the work is due to the creation of a self-monitoring diary with the ability to transfer data to the doctor online and the free provision of advice on changing the stage of treatment.

The purpose of the work is to develop a mobile application for monitoring the status of patients with diabetes mellitus, with further prediction of the course of the disease.

Main results: this work is performed on request of the endocrinological department of the Consultative-Diagnostic Center of the State Scientific Institution "Scientific-Practical Center for Prophylactic and Clinical Medicine" of the State Administration of Affairs. As a result of work published publication in the collection of scientific works and the International Scientific and Practical Conference "Information Systems and Technologies in Medicine" (ISM-2018). A mathematical model for further prediction of the occurrence of hyperglycemia or a possible change in the stage of the disease has also been created. The work is performed on request of the endocrinology department (self-checking room).

The work is performed on request of the endocrinology department (self-checking room).

Key words: diabetes mellitus, mobile application, self-monitoring diary, mathematical modeling.

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	10
ВСТУП.....	11
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	12
1.1 Цукровий діабет.....	12
1.2 Самомоніторинг при цукровому діабеті	12
1.3 Програми моніторингу для хворих на ЦД	15
1.4 Мобільна медицина	17
1.5 Аналіз існуючих мобільних додатків	18
Висновки до розділу 1	19
РОЗДІЛ 2 СУЧАСНІ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ ПОКАЗНИКІВ ТА ЇХ ПРОГНОЗУВАННЯ	20
2.1 Вибір мови програмування.....	20
2.2 Вибір способу відображення даних лікарю	21
2.3 Математичні моделі для прогнозування	24
2.4 Вибір математичної моделі.....	25
Висновки до розділу 2.....	26
РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ «DiaHelper»	28
3.1 Розробка логотипу та іконки	28
3.2 Розробка додатку «DiaHelper»	29
3.3 Реалізація відображення даних	36

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ			
Вим		№ докум.		Дата				
Розробив	Мешкова К.О.				Електронний щоденник самоконтролю для прогнозування гіперглікемії	Лім.		
Перевірів	Білошицька О.К.							
Реценз.	Антонова-Рафі Ю.В.					КПІ ім. Ігоря Сікорського ФБМІ БМ-51		
Н. Контр.	Андреев П.І.							
Затвердив	Лебедєв О.В.							

3.4 Аналіз бази даних	38
3.5 Рівняння лінійної регресії для прогнозування.....	40
Висновки до розділу 3	42
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	44
4.1. Загальна характеристика умов праці у лабораторії.....	44
4.2 Відповідність вимогам об'єму і площі на одного працівника та розташування технологічного обладнання	46
4.3 Оцінка небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	47
4.4 Електробезпека	48
4.5 Пожежна безпека	49
4.6 Біологічна безпека	51
Висновки до розділу 4.....	52
ВИСНОВКИ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54
Додаток А	58
Додаток Б.....	63
Додаток В	67
Додаток Г	71

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДАТ – діастолічний артеріальний тиск

САТ – систолічний артеріальний тиск

ХО – хлібні одиниці

ЦД – цукровий діабет

ЧСС – частота серцевих скорочень

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Актуальність обраної теми обумовлена необхідністю в постійному моніторингу пацієнта, що хворий на цукровий діабет. Адже, моніторинг з боку лікаря допомагає запобігти виникненню ускладнень, а для пацієнта власне самоконтроль є головним у передбачуванні критичної зміни стану. Головною метою щоденників самоконтролю є мінімізація часу інтерпретації показників, що представляє собою велику клінічну цікавість, як і сторони пацієнта, так і зі сторони лікаря.

Метою дипломної роботи є розробка мобільного додатку для моніторингу стану пацієнтів, хворих на цукровий діабет, з подальшим прогнозуванням перебігу захворювання.

Задачі дипломної роботи:

- дослідити сучасний стан вивчення, аналізу та моделювання зміни рівня цукру в крові;
- вибрати методи математичного моделювання для прогнозування перебігу захворювання;
- створити математичні моделі для подальшого прогнозування виникнення гіперглікемії або можливої зміни стадії захворювання;
- розробити мобільний додаток «DiaHelper» для моніторингу стану пацієнта, хворого на цукровий діабет;
- створити платформу для реалізації можливості передачі даних від пацієнта до лікаря в режимі онлайн.

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Цукровий діабет

Цукровий діабет (далі – ЦД) – це захворювання, що обумовлене абсолютним чи відносним дефіцитом інсуліну в організмі (гормону, що відповідає за утилізацію глюкози клітинами), воно характеризується порушенням в результаті всіх видів обміну (вуглеводного, ліпідного та білкового) [1].

Дві найбільш розповсюджені форми цукрового діабету обумовлені або зниженням вироблення інсуліну (діабет 1 типу), або пониженням реакції тіла людини на інсулін (діабет 2 типу). В останній час став часто з'являтися цукровий діабет вагітних або гестаційний цукровий діабет – стан у вагітних, що характеризується розвитком гіперглікемії, що зазвичай спонтанно зникає після пологів. Всі три види призводять до гіперглікемії, яка в значній мірі викликає гострі ознаки діабету [2].

1.2 Самомоніторинг при цукровому діабеті

Організм людини, хворої на цукровий діабет, не має можливості відповідним чином регулювати рівень цукру в крові (рівень глюкози), який є основним джерелом енергії в організмі. Щоб підтримувати цукор крові на заданому рівні і уникати проблем з нирками, серцем, ногами та очима, хворий має належним чином контролювати прийоми їжі, вести активний спосіб життя та приймати ліки. Щоденний моніторинг не лише рівня цукру, а таких показників, як ЧСС, артеріальний тиск та кількість вуглеводів, є звичайною

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

справою людей з ЦД. Існує необхідність в постійному фіксуванні та аналізі описаних вище показників, задля прогнозування перебігу захворювання та уникнення важких ускладнень. За допомогою своєчасного виявлення порушень контрольних показників, можливо скорегувати рівень цукру: підвищення чи зниження глюкози в такому разі відбувається за допомогою введення додаткових ін'єкцій інсуліну або споживання цукру.

Рівень цукру в крові може знижуватися чи підвищуватися протягом дня, залежності від активності протягом доби та часу і кількості їжі, що вживає людина. Для проведення моніторингу необхідно проводити вимірювання через дві години після прийому їжі, щоб визначити істинний рівень цукру. Адже, одразу після споживання продуктів харчування, рівень глюкози може підскочити навіть в здорової людини. Порівняння зміни рівня цукру від часу нормальної людини та хворої на ЦД зображено на рисунку 1.1.

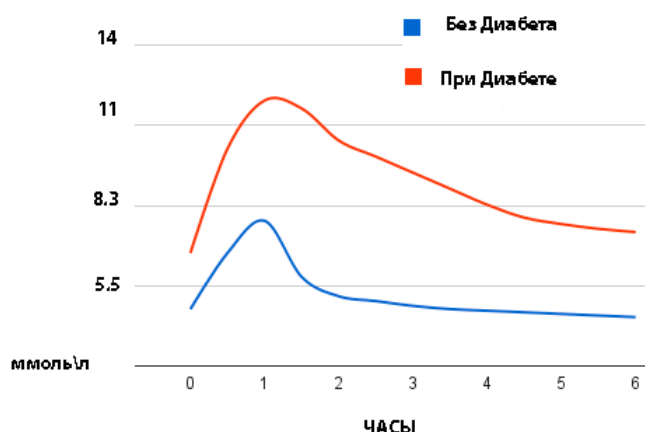


Рисунок 1.1 – Зміна рівня глюкози після прийому їжі для здорової людини та хворої на ЦД

Аналізуючи показники перед прийомом їжі чи після нього, можна зробити висновки стосовно перебігу захворювання, а саме визначати гіпо- чи гіперглікемію у пацієнта. Якщо у хворого спостерігається протягом певного часу постійне зменшення рівня глюкози після прийому їжі, то лікар може

провести додаткові аналізи для перевірки тенденції до настання гіпорглікемії, а при постійному збільшенні рівня цукру – тенденції до гіперглікемії. Зміна рівня цукру в крові людини, що хворіє на ЦД, продемонстровано на рисунку 1.2.

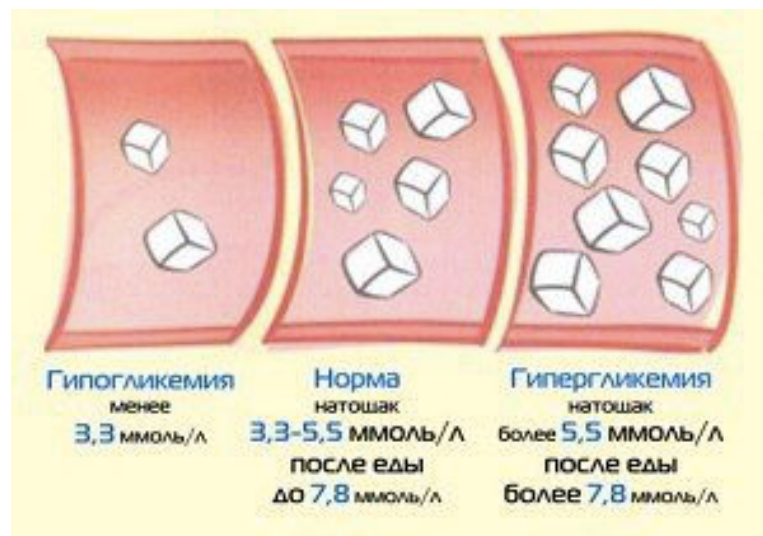


Рисунок 1.2 – Показники рівня глюкози в нормі та при порушеннях

Для самостійного моніторингу пацієнту знадобляться наступні пристрої:

- ланцет – дуже тонка голка, що використовується для забору малої кількості крові;
- тест-смужки – кусочки спеціального паперу, на які накладається забрана ланцетом кров;
- глюкометр – пристрій, який зчитує тест-смужку і інформує пацієнта про рівень цукру в крові;
- щоденник для обліку – щоденник, в який пацієнт вноситиме значення рівня цукру у відповідні проміжки часу.

Частоту проведення моніторингу визначається в залежності від типу діабету та має встановлюватися лікарем. Додатково до самомоніторингу хворий має проходити регулярну консультацію у лікаря-ендокринолога, як правило, дана процедура відбувається один раз на три місяці. Такий

моніторинг називається тестом A1C і проводиться задля впевненості в стабільності рівнів у часі.

На даний час розробляється безліч програм, як для самомоніторингу, так і для моніторингу з боку лікарів. Провідними фахівцями в ендокринології було запропоновано 3 програми контролю пацієнтів, що мають ЦД.

1.3 Програми моніторингу для хворих на ЦД

Основними параметрами для щоденнику самоконтролю, які цікавлять лікаря-ендокринолога, є рівень глюкози, ЧСС, артеріальний тиск, хлібні одиниці.

Рівень глюкози (глікемія) – вміст цукру в крові пацієнта, визначається за допомогою сторонніх пристроїв – глюкометрів, вимірюється в ммоль/л.

Частота серцевих скорочень (ЧСС) – це кількість пульсових хвиль за 1 хвилину, визначається за допомогою пристрою або пальпаторно.

Артеріальний тиск – кров'яний тиск, який заміряється на артеріях і визначає силу тиску крові на стінках артерій під час систоли та діастоли серцевого м'язу. Завжди вимірюється два значення: систолічний (верхній) і діастолічний (нижній). Визначення проводиться за допомогою тонометра, вимірюється в мм.рт.ст.

Хлібні одиниці (ХО) – мірна одиниця для визначення кількості вуглеводів у продукті. Вона підвищує рівень вмісту цукру в крові на одну і ту ж величину – 2,8 ммоль/л – і вимагає для засвоєння організмом 2 одиниці інсуліну. Підраховується за допомогою спеціальних таблиць або калькулятора ХО, вимірюється в грамах.

Лікарями-ендокринологами для зручності було розроблено три основні програми. Програма №1 призначена для вагітних жінок, яким встановлено

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

діагноз гестаційний діабет, Програма №2 – для осіб, яким встановлено діагноз цукровий діабет другого типу, Програма №3 – для осіб, яким встановлено діагноз цукровий діабет першого типу.

До програм №1-№3 вносяться наступні параметри: рівень глюкози, ЧСС, артеріальний тиск, хлібні одиниці.

Дані для контролю пацієнта у Програмі №1 вносяться в систему щодня. Показники рівня глюкози, ЧСС та артеріального тиску заносяться пацієнтом двічі на день: натщесерце та через дві години після вечері. Рівень вжитих хлібних одиниць записується в програму п'ять разів на день: на сніданок, після першого перекусу, на обід, після другого перекусу, на вечерю.

Дані для контролю пацієнта у Програмі №2 вносяться в систему мінімум один раз на тиждень. Показники рівня глюкози, ЧСС, артеріального тиску заносяться шість разів на день: натщесерце, через дві години після сніданку, перед обідом, через дві години після обіду, перед вечерею, через дві години після вечері. Рівень вжитих хлібних одиниць записується в програму п'ять разів на день: на сніданок, після першого перекусу, на обід, після другого перекусу, на вечерю.

Дані для контролю пацієнта у Програмі №3 вносяться в систему мінімум один раз на тиждень. Показники рівня глюкози, ЧСС, артеріального тиску заносяться чотири рази на день: натщесерце, перед обідом, перед вечерею, через дві години після вечері. Рівень вжитих хлібних одиниць записується в програму п'ять разів на день: на сніданок, після першого перекусу, на обід, після другого перекусу, на вечерю.

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Мобільна медицина

В останнє десятиліття, з появою переносних пристроїв, що здатні виконувати обчислювально-важкі задачі, призвело до розвитку не лише телемедицини, а й мобільних технологій в області охорони здоров'я. Сьогодні, ведеться велика кількість науково-дослідницьких робіт по напрямку Mobile Health (mHealth – мобільна медицина [3]), що орієнтована на методики використання мобільних технологій для постійного моніторингу та впливу на пацієнта. Використання мобільних додатків може суттєво допомогти хворим в відслідковуванні свого стану та контролі захворювання.

Мобільна медицина включає в себе багато різних областей розвитку [4], серед яких варто відмітити наступні:

- переносні сенсори – браслети, фітнес трекери, годинники, навушники та одяг, що забезпечують пасивний і постійний моніторинг біометричних показників людини;
- чіповані лабораторії (мікросистеми повного аналізу) – мініатюрні пристрої, що дають змогу виконувати один чи декілька багатостадійних (біо) хімічних процесів на одному чипі з площею від декількох квадратних міліметрів, до декількох сантиметрів; вони використовують мікро- чи наноскопічну кількість зразків для пробопідготовки та проведення реакцій;
- інтелектуальний аналіз зображень – висока якість камер у смартфоні і їх роздільна здатність дає змогу використовувати їх в діагностиці фотометричних показників, як з використанням додаткових пристроїв (наприклад, використання отоскопа для розпізнавання вушних інфекцій), так і без них (в дерматології).

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5 Аналіз існуючих мобільних додатків

Щоденники самоконтролю значною мірою допомагають хворим на цукровий діабет аналізувати та відслідковувати динаміку змін рівня цукру в крові. Така система допомагає досягти стабільної нормоглікемії пацієнта.

Вже існують розробки, які мають можливість не тільки збирати інформацію про рівень цукру в крові, а й аналізувати її, надаючи хворому інформацію про поточний рівень цукру і корегуючи його за допомогою спеціальних речовин. Аналіз в таких рішеннях проводиться за допомогою нейронної мережі, що була навчена на вибірці із великої кількості пацієнтів. Але всі ці технології знаходяться ще на етапі розробки та в закритому чи платному доступі для звичайного користувача [5-7].

Для проведення порівняльного аналізу було обрано три популярні мобільні додатки:

- «Діабет»;
- «Сахарный диабет- Дневник глюкозы в крови»;
- «PredictBGL».

Мобільний додаток «Діабет» дає можливість записувати наступні параметри: рівень глюкози, спожиті продукти, введений інсулін.

Мобільний додаток «Сахарный диабет – Дневник глюкозы в крови» дає можливість користувачу записувати, будувати графіки та зберігати дані у форматі таблиць за наступними показниками: гемоглобін, вага, хлібні одиниці, інсулін, артеріальний тиск та стан здоров'я загальний.

Мобільний додаток «PredictBGL» дає можливість користувачу записувати та будувати графіки за наступними показниками: гемоглобін, вага, хлібні одиниці, інсулін, артеріальний тиск та стан здоров'я загальний. За

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

додаткову сплату в місяць можливе підключення Преміум пакету (14.99\$ в місяць), що допомагає прогнозувати рівень глюкози в крові пацієнта.

Висновки до розділу 1

Самоконтроль є однією з ключових ланок при цукровому діабеті. Мобільний додаток є сучасним та зручним практичним інструментом, який може бути використано для оптимізації самоконтролю.

Інноваційні технології в даний час можуть стати корисними для підвищення інформованості пацієнта щодо настання важкої гіперглікемії. Функція визначення зміни стану пацієнта дозволить знизити ризик настання важкої гіперглікемії.

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

СУЧАСНІ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ ПОКАЗНИКІВ ТА ЇХ ПРОГНОЗУВАННЯ

2.1 Вибір мови програмування

Розробляючи мобільний додаток в інтегрованому середовищі розробки для роботи з операційною системою Android – Android Studio, першим кроком необхідно обрати мову програмування для реалізації програми. Для вибору варто проаналізувати дві мови програмування, що застосовуються в мобільній практиці: Java та Kotlin. Порівняння наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Порівняння мов програмування Java та Kotlin

Параметр аналізу	Java	Kotlin
Стислість коду	Громіздкий код; Відсутність функції скорочення	лаконічність коду; можливість скорочення стандартного коду за допомогою findViewById
Співпрограми	Фоновий потік для тривалої та інтенсивної роботи. Збільшення важкості та виникнення помилок під час управління декількома потоками одночасно	Додатковий потік для тривалої та інтенсивної роботи. Новий спосіб для управління інтенсивними операціями – корутини, що потребують меншої затрати пам'яті
Класи даних	Через визначення конструктору і декількох полів для зберігання даних	Через введення ключового слова « data» в визначник класу
Функція розширення	Відсутня функція розширення	Можливість розширення класу новими функціями за допомогою функції розширення
Вбудовані функції	Не забезпечує підтримку вбудованих функцій	Забезпечує підтримання вбудованих функцій, що допомагають економити пам'ять програми
Підтримка делегування	Наявне лише наслідування	Делегування присутнє та являє собою альтернативу наслідування, що запобігає дублікації коду

Продовження таблиці 2.1

Неприватні поля	Наявні	Відсутні
Розумні приведення	Лише мануальне приведення	Наявна функція, що автоматично опрацьовує надлишкові приведення
Бібліотеки	Лише підтримка Java-фреймворків	Підтримка розширених Java-фреймворків на основі опрацювання анотацій
Підтримка конструкторів	Лише первинні конструктори класу	Класи можуть мати один чи декілька вторинних конструкторів, в додаток до первинних
Трійчастий оператор	Тернарний оператор, що працює як базовий оператор If	Відсутній
Статичні члени	Наявні статичні елементи	Відсутні

Середовище розробки Android Studio поставляється вже з вмонтованою підтримкою як Kotlin, так і Java. Тому вибір мови програмування залежав лише від визначаючих характеристик цих мов. Kotlin – це статична типізована мова програмування, що розроблена компанією JetBrains. Вона схожа на мову Java, проте має ряд переваг, що були наведені в таблиці вище. Тому для розробки мобільного додатку було обрано саме дану мову програмування.

2.2 Вибір способу відображення даних лікарю

Для відображення даних на комп'ютері лікаря-ендокринолога необхідно створити сервер, що виконуватиме функцію проміжної ланки між пацієнтом та лікарем та буде зберігати всі введенні дані моніторингу.

Сервер – це апаратне забезпечення, виділене і/чи спеціалізоване для виконання на ньому сервісного програмного забезпечення і зберігання даної інформації. Сервери бувають двох типів:

– Фізичний сервер – сервер, всі ресурси якого представляються повністю клієнту для його роботи без обмежень;

– Віртуальний (VPS чи VDS, в залежності від типу віртуалізації) – місце на фізичному сервері, що виділяється. На одному сервері можуть знаходитися декілька віртуальних, таким чином фізичний сервер ділить свої ресурси на всі запущені віртуальні сервери.

За хостинг віддаленої бази даних необхідно сплачувати певну орендну плату. Хостинг – послуга по наданню оренди потужностей для розміщення інформації чи сайтів на сервері, що постійно знаходиться в глобальній мережі. Хостингом також називається послуга по розміщенню обладнання клієнта на фірмі, що пропонує хостинг та забезпечує підключення його до каналів зв'язку з високою пропускнуою здатністю. Отже, для створення власної бази необхідно звернутися до хостингової-компанії для надання доступу до її сервера. Послуга хостинга необхідна всім сайтам, що планують бути доступними для користувачів в Інтернеті.

Для реалізації поставлених задач було обрано інший варіант представлення даних лікарю.

В якості віддаленої бази було обрано платформу Firebase, що призначена для зберігання та синхронізації даними між декількома клієнтами та пов'язаними з ними сервісами автентифікації і хостингу. Ця платформа надає доступ до використання хмарних можливостей Google Cloud Platform.

Варто проаналізувати переваги Firebase над звичайним сервером з точки зору використання її для наукових цілей. Порівняння наведено нижче в таблиці 2.2

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Переваги застосування Firebase в навчальній практиці

Фактор порівняння	Сервер	Firebase
Економічний	Необхідна щомісячна сплата коштів за хостинг сервера	Наявна можливість безкоштовного користування платформою
Освітній	Необхідне знання мови програмування Java Script для написання серверної частини	Базові знання в реалізації передачі даних через http запит
Архітектурний	При необхідності зміни структури необхідно переписувати код людині-розробнику	Легкість змінювати структуру бази даних в залежності від необхідності
Практичний	Необхідність глибоких знань в програмуванні мовою Java або Java Script	Легкість в використанні

Firebase являється унікальною платформою, що в навчальних цілях надає можливість безкоштовного користування хмарами для завантаження, зберігання та видачі інформації. Проте, вона має обмеження при її використанні на добровільних початках. Користувачу, а в нашому випадку – розробнику, надається можливість безкоштовного використання ресурсу за наступних умов:

- одночасне використання бази лише 100 користувачами;
- протягом місяця може бути перенесено лише 10 Гб даних;
- зберігатися на хмарі може лише 1 Гб інформації.

Отже, можна зробити висновок, що даних можливостей буде достатньо для використання Firebase у якості онлайн бази даних, що зможе приймати дані від користувача мобільним додатком – пацієнта та передавати їх на комп'ютер і/або смартфон лікаря.

Щоб почати роботу з хмарою необхідно виконати наступні кроки:

- пройти авторизацію у систему. Для початку роботи необхідно створити аккаунт користувача пошти Gmail та перейти на онлайн платформу Firebase Console;

- створити новий проект – базу даних у реальному часі. Необхідно дати їй назву, у нашому випадку база названа, як і мобільний додаток – «DiaHelper»;
- надати доступ до Firebase у мобільному додатку;
- ввести ключ безпеки, що був створений у мобільному додатку для захисту даних у форматі SHA1.

В результаті було отримано прямий зв'язок онлайн хмари та мобільного додатку «DiaHelper».

2.3 Математичні моделі для прогнозування

Математична модель – це наближений опис довільного класу явищ зовнішнього світу, поданий за допомогою математичних розрахунків.

Математичні моделі мають ряд переваг над нейронною мережею, які наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Переваги математичної моделі та нейронної мережі

№	Фактор порівняння	Нейронна мережа	Математична модель
1.	Доступність реалізації	Розробити нейронну мережу може лише досвідчена людина;	Розрахувати математичну модель можна за допомогою базових знань зі статистики;
2.	Ресурси для проведення аналізу	Для навчання нейронної мережі необхідна база даних з великою кількістю пацієнтів. Необхідно дві великі групи: для навчання та тестування готової мережі;	Необхідна лише одна база з числом пацієнтів, що буде об'єктивно достатньо для проведення аналізу
3.	Імплементованість у програму	Можлива важкість при вбудовуванні коду в програму.	Легкість вбудовування рівняння в код програми.

Для прогнозування зручно використовувати лінійну регресію. Лінійна регресія – це метод математичного моделювання, що допомагає встановити взаємозв'язок між даними, що описується рівнянням, яке визначає значення залежного коефіцієнта по внеску кожної незалежної змінної. В формулі 2.1 наведено загальний вигляд лінійного рівняння.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n \quad (2.1)$$

де, Y – залежна змінна, X_n – незалежні змінні, β_0 – коефіцієнт впливу змінної.

Математичні моделі допомагають розуміти динаміку перебігу цукрового діабету. Існують різноманітні моделі, що ґрунтуються на розподілі глюкози та інсуліну, що пояснюють їх взаємодію. Усі розроблені моделі працюють при певних умовах та припущеннях та є досить корисними для проведення досліджень. Всі вони мають обмеження в прогнозуванні рівня глюкози в крові в клінічній ситуації в реальному часі через потребу в постійній інформації, що оновлюється та таких параметрах, як навантаження глюкозою та доступність інсуліну. Вищезгадані показники можуть бути різними для різних пацієнтів.

2.4 Вибір математичної моделі

Регресійна модель – це функція незалежної величини та коефіцієнтів з включеними випадковими змінними.

Вважають, що залежна змінна описується сумою значень деякої моделі та незалежними змінними. Відповідно до характеру розподілу залежної змінної роблять припущення, які називаються гіпотезою породження даних. Для підтвердження або спростування цієї гіпотези проводяться статистичні

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

тести (аналіз залишків – різниця між значеннями які спостерігаються та значеннями які передбаченні побудованою регресійною моделлю). При цьому вважають, що залежна змінна не містить помилок.

Регресійний аналіз використовується для прогнозу, аналізу часових рядів, тестування гіпотез та виявлення прихованих взаємозв'язків в даних.

Регресійний аналіз використовується у випадку, якщо відношення між змінними можуть бути виражені кількісно у вигляді деякої комбінації цих змінних. Отримана комбінація використовується для передбачення значення, що може приймати залежна змінна, яка обчислюється на заданому наборі значень незалежних змінних. У найпростішому випадку для цього використовується лінійна регресія.

Метод відбору дозволяє встановити яким саме чином незалежні змінні будуть включатися в аналіз. Для розрахунку коефіцієнтів рівняння лінійної регресії було обрано блочне виключення параметрів. Блочне виключення – це процедура відбору змінних, при якій всі змінні блоку виключаються на одному кроці.

Для проведення розрахунків було обрано статистичний пакет IBM SPSS Statistics Version 23. В пакеті стандартних функцій містяться всі необхідні для підрахунків аналізу баз даних.

Висновки до розділу 2

Було проаналізовано існуючі мови для написання програм в середовищі Android Studio. В результаті було обрано мову Kotlin для написання мобільного додатку для моніторингу процесу лікування цукрового діабету.

Розглянуто можливі способи відображення даних на комп'ютері лікаря-ендокринолога та вирішено реалізувати передачу даних за допомогою

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

віддаленої бази даних Firebase, що надає доступ до використання хмарних можливостей Google Cloud Platform.

Проаналізовано існуючі способи прогнозування рівня глюкози в крові. Було обрано використання лінійної регресії в якості методу прогнозування, що є гарною альтернативою нейронній мережі. В розділі наведені її переваги та умови для використання.

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

РЕАЛІЗАЦІЯ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ «DiaHelper»

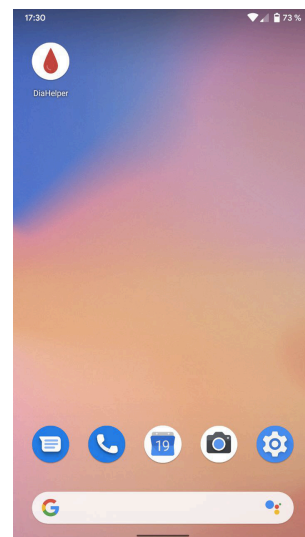
3.1 Розробка логотипу та іконки

Мобільний додаток, що виконуватиме функцію електронного щоденнику самоконтролю для попередження гіперглікемії, було названо «DiaHelper» (Diabet Helper – помічник при діабеті).

Дизайн логотипу та іконки, що буду знаходитися на екрані користувача, було зроблено за допомогою програмного продукту Sketch. Це спеціальний векторний графічний редактор інтерфейсів, що був розроблений Нідерландською компанією Bohemian Coding. Застосовується для розробки інтерфейсу для web-сторінок та мобільних додатків. Дизайн логотипу було розроблено на основі кольорів, що відповідають специфіці програми та її назві. Готову реалізацію представлено на рисунку 3.1.



а)



б)

Рисунок 3.1 – а) логотип мобільного додатку; б) іконка мобільного додатку на екрані користувача

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Розробка додатку «DiaHelper»

Спочатку було реалізовано авторизацію користувача у мобільному додатку «DiaHelper». Під час реєстрації користувача у системі необхідно заповнити незмінні поля, що ідентифікують пацієнта для лікаря-ендокринолога. Параметри, що вводяться при першому вході до системи: ім'я, прізвище, дата народження, стать, вага та тип програми моніторингу, що була визначена лікарем. В залежності від обраного типу лікування головне вікно містить різні поля для вводу даних. Реалізація першого вікна мобільного додатку представлена на рисунку 3.2.1 (а, б). Обов'язковою є умова створення паролю під час реєстрації, так як повторний вхід користувача відбувається лише за рахунок введення створеного коду. Вікно, що відкривається вже зареєстрованому користувачу, під час повторного входу у систему наведено на рисунку 3.2.1 (б). Реалізація створення персонального паролю, що відповідає імені користувача, розроблена за допомогою наступного алгоритму. Створений пароль програмно зашифровується та зберігається в пам'яті телефону. Під час входу зареєстрованого користувача до системи, надсилається запит про звіряння ключів. Якщо, введений користувачем пароль та розшифрований код, що зберігався в пам'яті, збігаються – пацієнту надається доступ до його щоденнику, якщо ні – доступ блокується пристроєм.

Лістинг програмного коду, що відповідає створенню вікна реєстрації наведено в додатку А.

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

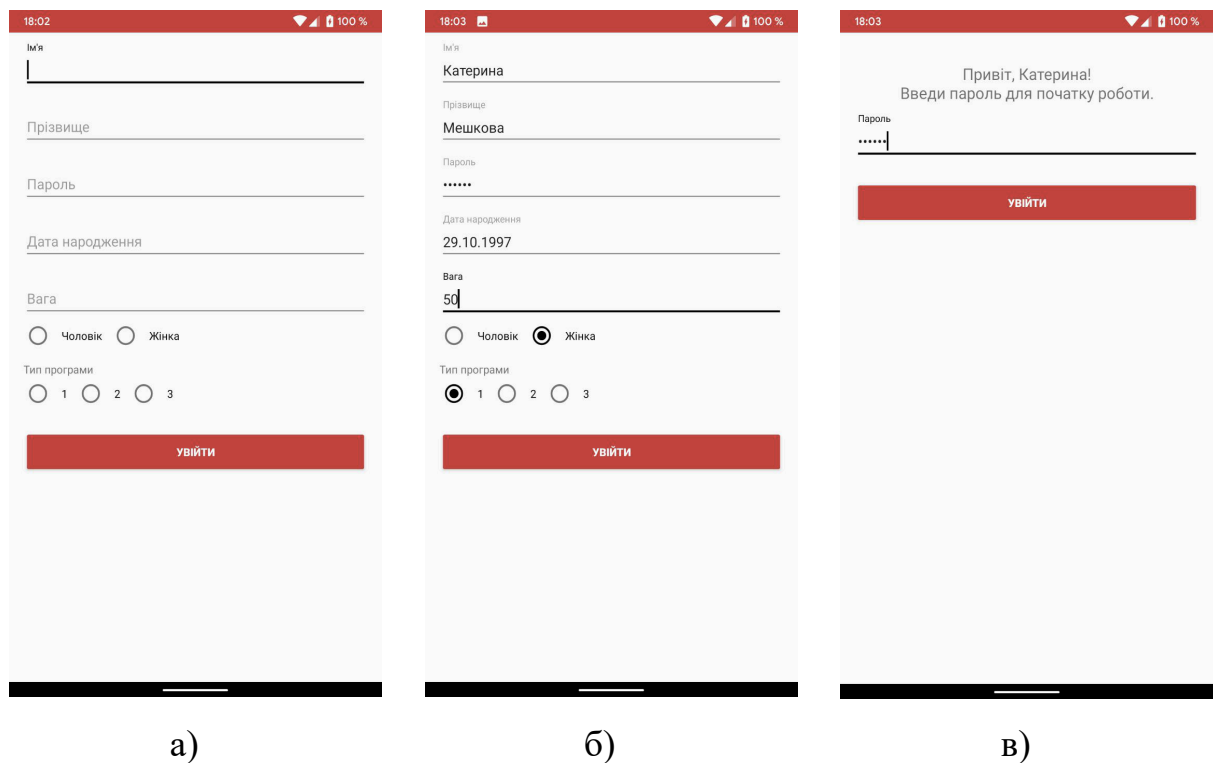


Рисунок 3.2.1 – Вікно для реєстрації користувача мобільного додатку «DiaHelper» (а – порожні поля для вводу даних, б – заповнені поля для вводу даних, в – вікно, що відкривається при повторному вході вже зареєстрованого користувача)

Наступним кроком було реалізовано вікно головного меню програми «DiaHelper». В цьому вікні містяться три основні блоки для введення даних: основні показники, хлібні одиниці, екстремальні показники, реалізація вікна представлена на рисунку 3.2.2 (а). Також в правому верхньому кутку міститься кнопка «Налаштування», натиснувши на яку користувач зможе отримати детальну інформацію стосовно свого виду моніторингу та змінити такі параметри, як вага та тип програми, якщо це є необхідним.

Параметри, що вносяться під час поганого самопочуття або через різке погіршення здоров'я було названо екстремальними показниками. Вони можуть бути внесені пацієнтом в блок головного меню мобільного додатку під назвою «Екстремальні показники». Користувачу надається можливість ввести

рівень глюкози, ЧСС, артеріальний тиск та ХО, всі дані будуть надіслані на комп'ютер лікарю-ендокринологу окремим полем разом із датою заповнення відповідних параметрів. Реалізація вікна вводу екстремальних показників представлена на рисунку 3.2.2 (б).

а)

б)

Рисунок 3.2.2 – а) вікно головного меню; б) вікно вводу екстремальних показників

Лістинг реалізації вікна вводу та передачі екстремальних показників наведено в додатку Б.

Через різну частоту внесення параметрів їх було розділено на дві групи: основні показники та хлібні одиниці. До основних параметрів відносяться: рівень глюкози, ЧСС, артеріальний тиск. Реалізація вікон для введення даних пацієнтом в залежності від типу показників представлена на рисунку 3.2.3.

а)

б)

в)

г)

Рисунок 3.2.3 – Вікна вводу даних моніторингу в залежності від показників (а – основні показники; б – вибір проміжку часу для основних показників; в – ХО; г – вибір проміжку часу для ХО)

Під час зміни типу моніторингу відбувається і зміна частоти введення основних показників. Різниця інтерфейсів для різних типів моніторингу, саме: Програми №1, Програми №2 та Програми №3 наведена на рисунку 3.2.4. Залежно від виду програми було реалізовано різний випадуючий список, що дає можливість вибору проміжку часу для введення.

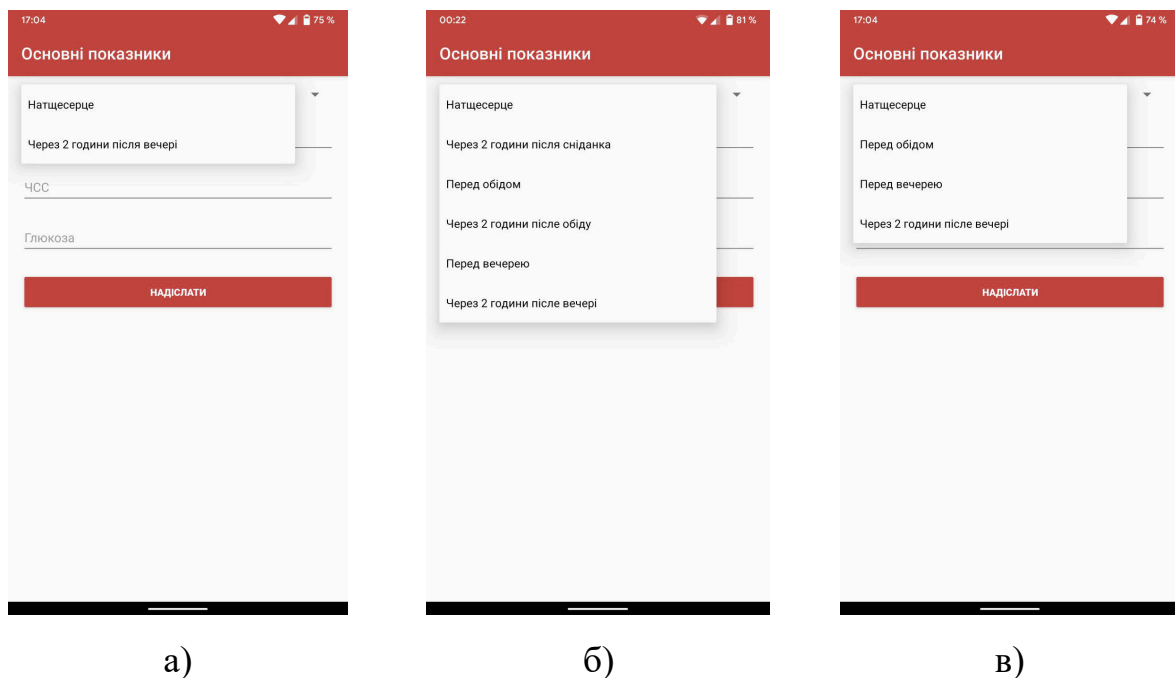


Рисунок 3.2.4 – Вікна вводу даних моніторингу в залежності від типу програми (а – Програма №1; б – Програма №2; в – Програма №3)

Можливість повторного введення показників за один й той самий проміжок часу виключена. Розроблена функція базується на тому, що дані за поточний день зберігаються в пам'яті телефону та під час повторного вибору вже не актуального моменту, автоматично заповнюються пристроєм, тим самим сигналізуючи користувача про відсутність необхідності заповнення цих полів.

Реалізація вікна налаштування представлена на рисунку 3.2.5 (а). Функціональність її полягає у можливості зміни типу програму, за необхідності встановленої лікарем-ендокринологом, під час роботи в мобільному додатку зареєстрованого користувача. Додатковою можливістю є зміна параметру «вага» вже в процесі користування системою. Дана функція реалізована тому, що під час моніторингу у пацієнтів відбувається постійна зміна ваги. Цю зміну можна пояснити тим, що під час захворювання відбувається сильний гормональний збій з подальшим ураженням печінки,

очей, серцево-судинної системи ніг та інших органів, що викликає в свою чергу непостійність у вазі. Отже, необхідно постійно проводити перевірку ваги з подальшим корегуванням та перезаписуванням цього параметру, так як він потім буде використовуватися для прогнозування гіперглікемії в якості одного з важливих параметрів рівняння.

В налаштуваннях було реалізовано можливість ознайомлення пацієнта не лише з загальною інформацією, а й з основними даними, які необхідно знати під час проходження лікування.

До розділу «Загальна інформація про програму моніторингу» було включено дані, що описують деталі процесу проведення моніторингу та для кого саме була розроблена ця програма. До розділу «Що варто знати» була включена інформація стосовно основних параметрів, що включені до щоденнику самоконтролю пацієнта, про те, що саме вони означають, пристрої якими вони вимірюються та одиниці в яких вони зазначаються. Реалізація вікна «Інформація» представлена на рисунку 3.2.5 (б).

Унікальним функціоналом програми можна вважати застосування математичної моделі для прогнозування настання гіперглікемії та зміни типу програми моніторингу. Дана функція реалізована в якості спливаючого блоку на головному меню. Він з'являється ввечері, після введення всіх основних показників та ХО протягом дня. Після підрахунків за формулами, що виведені в розділі 3, програма зможе видати пораду, що буде інформативна не лише лікарю, а й пацієнту. Дані з цього блоку, разом з часом появи прогнозу, будуть передані лікарю окремим полем. Реалізацію вікна «Порада» разом із можливими варіантами прогнозування наведено на рисунку 3.2.6. Лістинг розробки вікна налаштувань наведена в додатку В, видача порад в додатку Г.

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

а)

б)

Рисунок 3.2.5 – вікно налаштування (а – зміна ваги та типу програми; б – інформація стосовно типу моніторингу)

а)

б)

в)

Рисунок 3.2.6 – Вікно з спливаючим блоком «Порада» (а – порада про відсутність зміни в моніторингу; б – порада про наявність зміни)

3.3 Реалізація відображення даних

Увійшовши за допомогою пошти до Firebase лікар зможе бачити дані, що були введені пацієнтом у структурованому варіанті. Дана реалізація є найбільш доцільною в даному випадку. Дані відображуються у деревовидному форматі. Першим параметром в такому разі для лікаря виступає вибір імені пацієнта. При натисканні на це поле йому надається інформація про пацієнта по основним полям, а саме: даті народження, логіну користувача, типу програми, статі, ваги та інших параметрів. Реалізація загального вигляду онлайн бази наведена на рисунку 3.3.1.

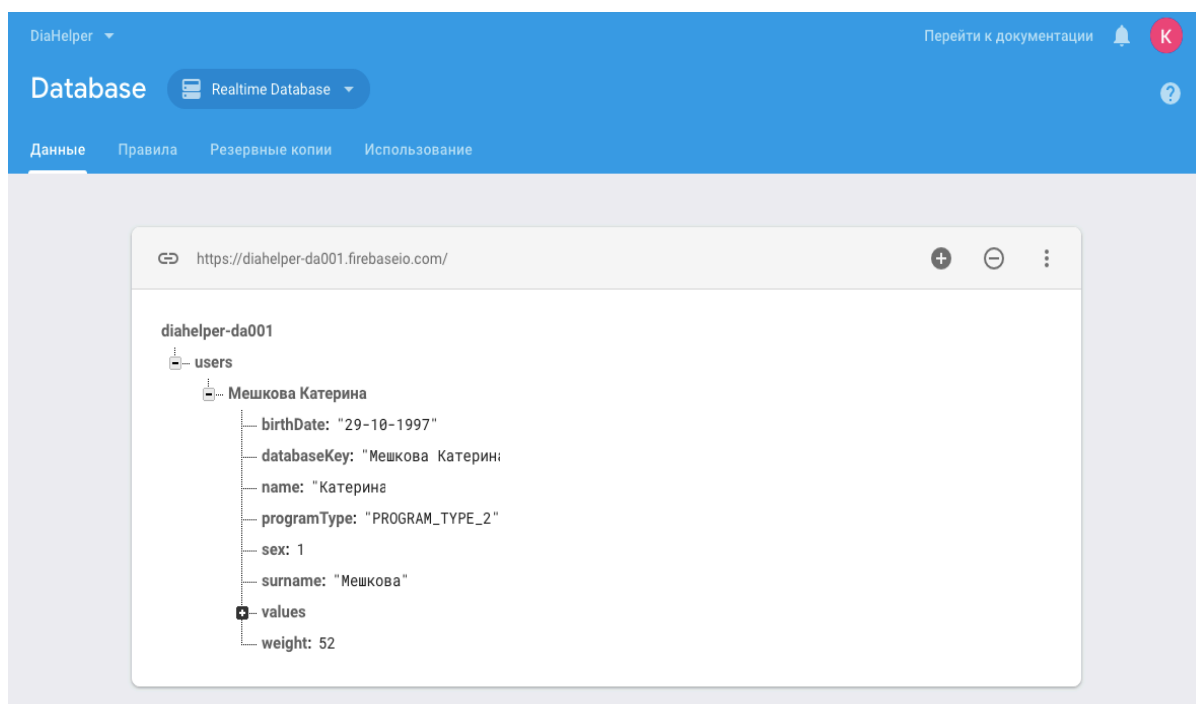


Рисунок 3.3.1 – Загальний вигляд онлайн бази

Перейшовши на поле Values – змінні, лікарю буде надана інформація про всі можливі показники для щоденнику самоконтролю, вигляд даної функції представлений на рисунку 3.3.2.

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

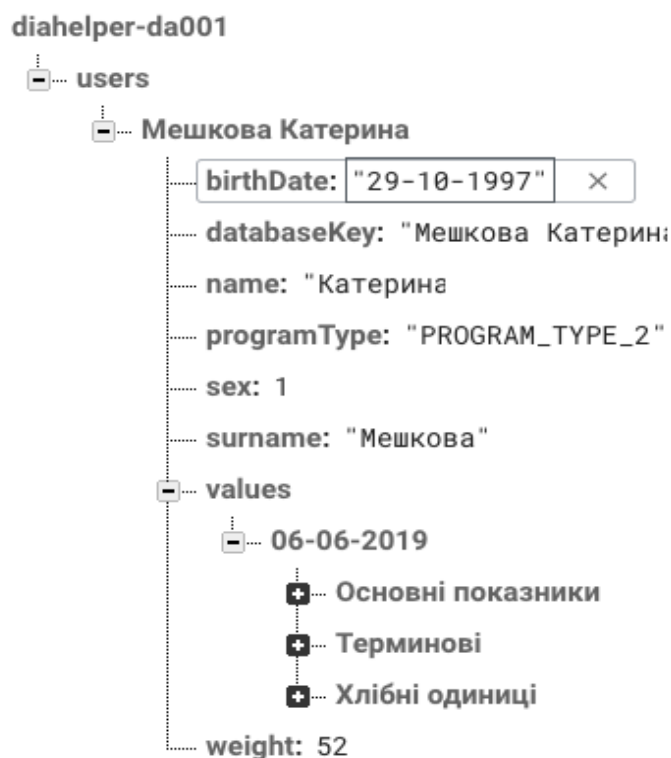


Рисунок 3.3.2 – Реалізація виведення показників залежно від дати

При розкритті комірки змінних будуть відображатися дані, що розбиті по даті вводу до системи. Обравши необхідно дату можна проаналізувати інформацію за наступними розділами: основні показники, термінові та ХО. Натиснувши на поле «основні показники» видаватиметься інформація стосовно всіх параметрів у відповідності до проміжку часу, коли були вони введені. Аналогічна логіка й для ХО, відмінність лише у різних проміжках часу для введення показників. Екстремальні показники ж в свою чергу включають й основні дані, й ХО, а разом з тим інформація видається лікарю разом із часом заповнення відповідних полів. Реалізація даного виводу інформації наведена нижче на рисунку 3.3.3.

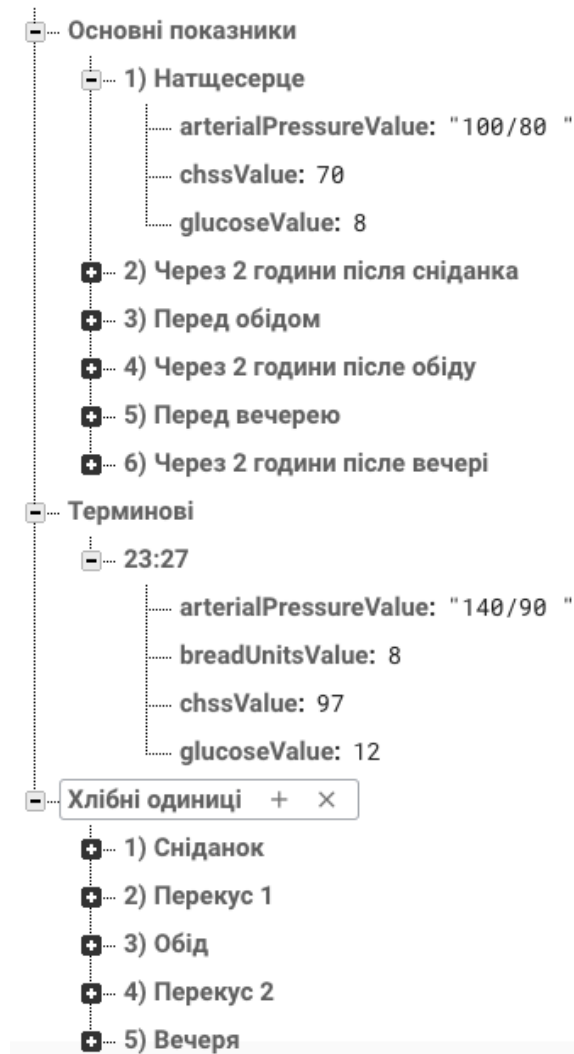


Рисунок 3.3.3 – Реалізація виведення основної інформації щоденнику

3.4 Аналіз бази даних

Дослідження були проведені на базі даних, що складається з 398 чоловік та включає основні показники моніторингу. Показники, що враховувалися в рівнянні для прогнозування наступні:

- Глюкоза1, ЧСС1, ДАТ1, САТ1 – дані, що вводилися пацієнтами натщесерце;

- Глюкоза₂, ЧСС₂, ДАТ₂, САТ₂ – дані, що вводилися пацієнтами через дві години після вечері;
- Глюкоза₃, ЧСС₃, ДАТ₃, САТ₃ – дані, що вводилися пацієнтами перед обідом;
- Глюкоза₄, ЧСС₄, ДАТ₄, САТ₄ – дані, що вводяться пацієнтом перед вечерею;
- Глюкоза₅, ЧСС₅, ДАТ₅, САТ₅ – дані, що вводяться пацієнтом через дві години після сніданку;
- Глюкоза₆, ЧСС₆, ДАТ₆, САТ₆ – дані, що вводяться пацієнтом через дві години після обіду;
- ХО₁, ХО₂, ХО₃, ХО₄, ХО₅ – кількість хлібних одиниць, що була спожита пацієнтом під час сніданку, перекусу №1, обіду, перекусу №2 та вечері відповідно;
- Вага – вага пацієнта на момент проведення прогнозування;
- Вік;
- Стать.

Для прогнозування рівня глюкози на ранок для жінок, що мають гестаційний діабет, в якості незалежних змінних були враховані основні показники з індексом 1 та 2, окрім параметру Глюкоза₁, а також ХО протягом всього дня, вік та вага.

Для прогнозування зміни виду лікування для жінок, що мають гестаційний діабет, були враховані показники з індексом 1 та 2, а також ХО протягом всього дня, вік та вага.

Для прогнозування зміни виду лікування для чоловіків та жінок, що мають ЦД 1 типу, були враховані показники з індексом 1-4, а також ХО протягом всього дня, вік, стать та вага.

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 Рівняння лінійної регресії для прогнозування

В алгоритмі прогнозування використовується математична модель, що реалізована в якості рівнянь лінійної регресії, що були розраховані за допомогою програми IBM SPSS Statistics Version 23.

Розглянемо математичну модель, що ґрунтується на лінійній регресії з процедурою відбору, що заснована на блочному виключенні всіх змінних за один крок. Процедура полягає в тому, що на початку аналізу всі данні вводяться в рівняння, а потім, поступово виключаються з нього [8,9]. Першим кандидатом на виключення вважається змінна, що має найменшу кореляцію з залежною змінною. Якщо вона не задовольняє критерій то її виключають з рівняння. Наступний кандидат – найменш значимий серед тих, що залишився, і т.д.. Процедура зупиняється, коли не залишилося змінних. Критерій толерантності, що застосовується при включенні змінної в модель, має бути не нижче 0,0001.

Використовуючи отримані у програмі IBM коефіцієнти, складемо рівняння (2), на основі якого можна спрогнозувати рівень глюкози вранці для жінок з гестаційним діабетом.

$$\begin{aligned} \text{Глюкоза1} = & 12,584 - 0,018 * \text{Глюкоза2} + 0,003 * \text{ЧСС} + 0,006 * \text{ЧСС2} - \\ & - 0,001 * \text{Вік} + 0,003 * \text{Вага} + 0,00 * \text{ДАД1} - 0,002 * \text{САД1} + 0,006 * \text{ДАД2} - \\ & - 0,015 * \text{САД2} - 0,056 * \text{ХО1} - 0,111 * \text{ХО2} - 0,061 * \text{ХО3} - 0,055 * \text{ХО4} - \\ & - 0,023 * \text{ХО5} + 9,747 \end{aligned} \quad (3.1)$$

За допомогою розрахованих коефіцієнтів впливу на зміну виду лікування для жінок з гестаційним діабетом можна зобразити залежність зміни

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

виду лікування від незалежних параметрів. Рівняння прогнозування зміни стадії лікування наведене нижче під формулою (3.2).

$$\begin{aligned} \text{Стадія} = & -1,911 - 0,227 * \text{Глюкоза1} - 0,024 * \text{Глюкоза2} + 0,001 * \text{ЧСС1} + \\ & + 0,001 * \text{ЧСС2} - 0,004 * \text{Вік} + 0,003 * \text{Вага} + 0,00 * \text{ДАД1} - 0,002 * \text{САД1} - \\ & - 0,036 * \text{ДАД2} + 0,035 * \text{САД2} - 0,01 * \text{ХО1} + 0,02 * \text{ХО2} + 0,019 * \text{ХО3} + \\ & + 0,009 * \text{ХО4} + 0,006 * \text{ХО5} + 2,095 \end{aligned} \quad (3.2)$$

За допомогою розрахованих коефіцієнтів впливу на зміну виду лікування для чоловіків, що мають перший тип діабету, можна зобразити залежність зміни виду лікування від незалежних параметрів, що представлені нижче під формулою (3.3).

$$\begin{aligned} \text{Стадія} = & 0,335 - 0,139 * \text{Глюкоза1} - 0,01 * \text{Глюкоза2} - 0,009 * \text{Глюкоза3} - \\ & - 0,016 * \text{Глюкоза4} + 0,000 * \text{ЧСС1} + 0,000 * \text{ЧСС2} + 0,000 * \text{ЧСС3} + \\ & 0,00 * \text{ЧСС4} - 0,001 * \text{Вік} + 0,000 * \text{Вага} - 0,004 * \text{ДАД1} + 0,003 * \text{САД1} - \\ & - 0,003 * \text{ДАД2} + 0,003 * \text{САД2} - 0,011 * \text{ДАД3} + 0,012 * \text{САД3} - \\ & - 0,004 * \text{ДАД4} + 0,002 * \text{САД4} + 0,02 * \text{ХО1} + 0,01 * \text{ХО2} + 0,001 * \text{ХО3} - \\ & - 0,003 * \text{ХО4} + 0,006 * \text{ХО5} + 2,679 \end{aligned} \quad (3.3)$$

За допомогою розрахованих коефіцієнтів впливу на зміну виду лікування для жінок, що мають перший тип діабету, можна зобразити залежність зміни виду лікування від незалежних параметрів. Рівняння прогнозування представлене під формулою (3.4).

$$\begin{aligned} \text{Стадія} = & 0,008 - 0,139 * \text{Глюкоза1} - 0,04 * \text{Глюкоза2} - 0,009 * \text{Глюкоза3} + \\ & + 0,006 * \text{Глюкоза4} - 0,001 * \text{ЧСС1} + 0,001 * \text{ЧСС2} + 0,000 * \text{ЧСС3} - \\ & - 0,001 * \text{ЧСС4} - 0,001 * \text{Вік} + 0,000 * \text{Вага} - 0,003 * \text{ДАД1} + 0,004 * \text{САД1} - \end{aligned} \quad (3.4)$$

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\begin{aligned}
 & - 0,007*ДАД2 + 0,007*САД2 - 0,013*ДАД3 + 0,014*САД3 - \\
 & - 0,004*ДАД4 + 0,003*САД4 - 0,005*ХО1 - 0,006*ХО2 + 0,004*ХО3 + \\
 & 0,001*ХО4 + 0,002*ХО5 + 2,747
 \end{aligned}$$

Для прогнозування ризику виникнення гіперглікемії у пацієнтів з другим типом діабету до регресійного аналізу не увійшло жодного параметру, тому дану стадію важко спрогнозувати за допомогою математичних моделей.

Аналізуючи коефіцієнти впливу незалежних змінних на залежну, можна помітити, що найбільший вплив на зміну стадії моніторингу мають значення глюкози. Також, даний показник має різну варіабельність для користувачів з першим типом діабету залежно від статі пацієнта.

На зміну рівня глюкози на ранок у пацієток з гестаційним діабетом вплив мають значення параметрів рівня глюкози протягом дня, кількості ХО, що були вжиті впродовж всіх прийомів їжі. Такий параметр, як стать, не має значення, адже, гестаційний діабет можливий лише у жінок.

Вивести математичну модель для прогнозування зміни стадії моніторингу у пацієнтів, що мають 2 тип програми моніторингу – другий тип ЦД, на даний момент не вдалося. Відсутність цієї можливості можна пов'язати з тим, що ці пацієнти мають вже критичну стадію діабету та для її прогнозування необхідно знайти нову математичну модель, що зможе коректно підраховувати коефіцієнти для рівняння лінійної регресії.

Висновки до розділу 3

Розроблений мобільний додаток «DiaHelper» виконує функцію щоденника самоконтролю для пацієнта та зможе передавати актуальні дані лікарю в режимі онлайн. Після вводу показників (наприкінці дня) пацієнту

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

буде виводитися прогноз стосовно настання ризику гіперглікемії. Дана функція була реалізована за допомогою рівняння лінійної регресії, що розраховується всередині мобільного додатку.

Безкоштовна база даних в реальному часі – дуже гарна альтернатива серверу при створенні мобільних додатків в навчальних цілях. В ній містяться все необхідне для зберігання та передачі невеликої кількості параметрів.

Було розроблено спосіб передачі даних в режимі реального часу від користувача мобільним додатком до лікаря-ендокринолога. Дана онлайн база може не лише надавати актуальні значення лікарю а й за допомогою системи callback сповіщати про введення даних пацієнтом. Реалізовану базу Firebase легко підлаштовувати під актуальні потреби лікаря.

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Дана дипломна робота виконується на базі КПІ ім. Ігоря Сікорського.

В ході виконання даної дипломної роботи розробляється мобільний додаток, що виконує функцію електронного щоденнику самоконтролю для хворих на цукровий діабет.

В даному розділі дипломної роботи буде розглянуто на відповідність умови праці встановленим нормам лабораторії лікувально-діагностичного відділення та всі небезпечні і шкідливі явища, що можуть виникнути в майбутньому під час роботи у лабораторному кабінеті лікаря-ендокринолога, так як від діяльності цього кабінету залежить якість реалізації програмного продукту та подальша реабілітація пацієнта.

4.1. Загальна характеристика умов праці у лабораторії.

Характеристики приміщення з переліком предметів та обладнання наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристики приміщення

№	Найменування	Основні характеристики	кількість	Позиція на рисунку
Приміщення				
1.	Розміри	5000×4000×2500; S=20.0 м ² ; V=62.5 м ³	-	-
2	Кількість працюючих	Лікар-ендокринолог та пацієнт	2	-
3	Товщина та покриття стелі	200 мм, водоемульсійна фарба	-	-

Продовження таблиці 4.1

4.	Товщина та покриття стін	500 мм (зовнішня), 250 мм (внутрішня), водоемульсійна фарба	-	-
5.	Товщина та покриття підлоги	200 мм, лінолеум	-	-
6.	Вікна, поворотно-відкидне Steko S300	<ul style="list-style-type: none"> Розміри: 1200×1000 мм Матеріал: пластик 	2	1
7.	Двері, ОМіС Класика ПГ 800	<ul style="list-style-type: none"> Розміри 890×2000 мм Матеріал: дерево 	1	2
8.	Товщина та покриття стелі	200 мм, водоемульсійна фарба	-	-
9.	Штучне освітлення Eurolamp	Характеристика 40W E40 6500K	3	-
10.	Вентиляція	Кондиціонер LG MS07AH	1	3
Обладнання і оснащення				
11.	Кушетка МЛО	<ul style="list-style-type: none"> Розміри 1700 x750x520 м Матеріал: Сталь, оббивка тканиною, та паралон. 	1	4
12.	Письмовий стіл ОН-45-20	<ul style="list-style-type: none"> Розміри 1200x500x750 мм Матеріал дерево 	1	5
13.	Ноутбук HP ProBook 450 G5	<ul style="list-style-type: none"> Розміри 380x265x200 Технічні характеристики Екран 15.6" IPS (1920x1080) V=220В, I=1.8 А. 27.5 Вт 	1	6
14.	Настільна світлодіодна лампа FunDesk LU1	<ul style="list-style-type: none"> Розміри 580×310 Потужність 11Вт 	1	7
15.	Глюкометр	<ul style="list-style-type: none"> Ассу-Chek Performa Розміри: 43 x 69 x 20 мм Діапазон вимірювань 0,6 - 33,3 мг/дл 	1	8
16.	Принтер Canon PIXMA Ink Efficiency E414	<ul style="list-style-type: none"> Розміри 426x306x145мм Потужність 100 Вт 	1	9
17.	Крісло офісне Атлант контур	<ul style="list-style-type: none"> Розміри 600×600×1200мм Матеріал дерево, сталь, оббивка зі шкіри 	2	10
18.	Шафа Марк СОКМЕ	<ul style="list-style-type: none"> Розміри 1400мм×600мм×180.0мм Матеріал дерево 	1	11
19.	Вогнегасник ВП-10	<ul style="list-style-type: none"> Розміри 300x300x500 мм Порошковий вогнегасник 	1	12

Лабораторія являє собою світле, чисте і сухе приміщення зі свіжою побілкою світлого кольору та вкритою лінолеумом підлогою. Вентиляція у приміщенні природня та штучна. Освітлення: комбінація штучного та природнього. План приміщення зображено на рисунку 4.1.

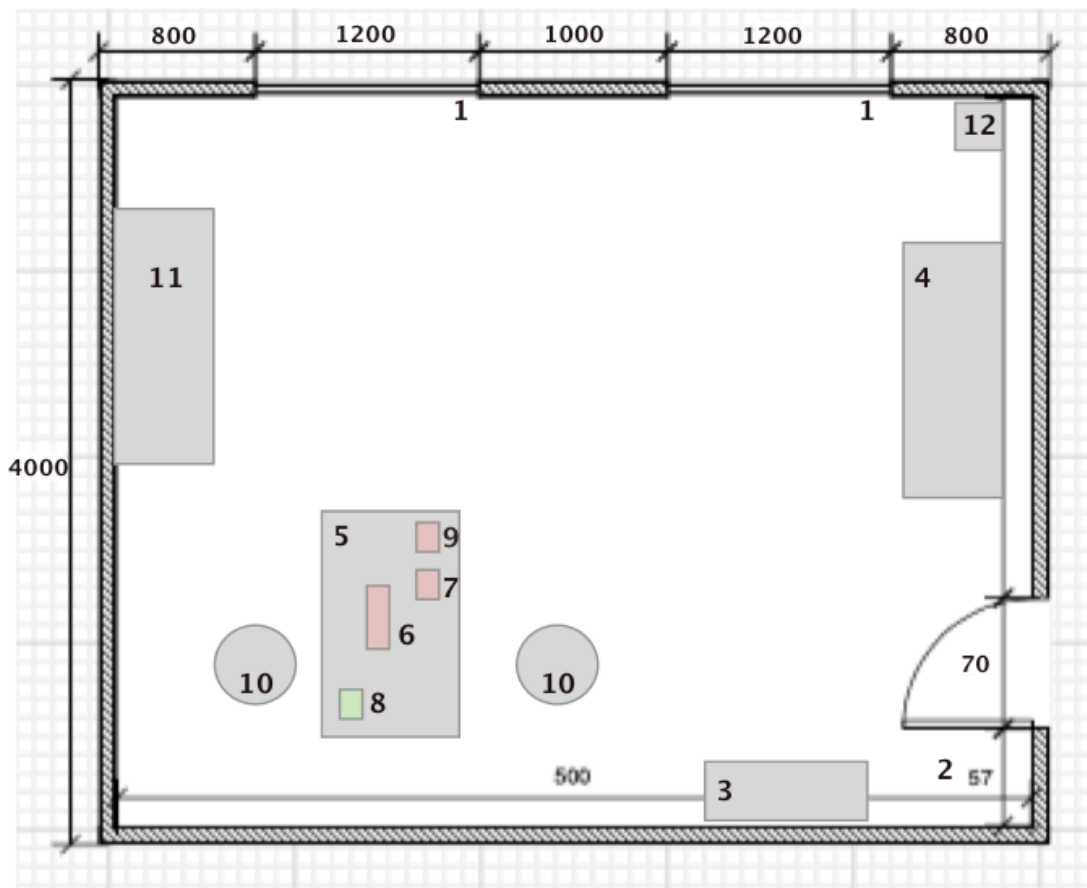


Рис. 4.1 – План лабораторії лікаря-ендокринолога

4.2 Відповідність вимогам об'єму і площі на одного працівника та розташування технологічного обладнання

Розрахуємо об'єм та площу приміщення на одного працівника:

$$S_1 = \frac{S_{\text{пр}} - S_{\text{обл}}}{n} = \frac{20 - 4,19}{1} = 15,8 \text{ м}^2$$

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_1 = \frac{V_{\text{пр}} - V_{\text{обл}}}{n} = \frac{62,5 - 3,25}{1} = 59,2 \text{ м}^3$$

Таблиця 4.2 – Порівняння отриманих даних з нормативними значеннями

Параметри	Нормативне значення	Фактичні значення
Корисна площа на 1 працівника, (м ²)	4,5	15,8
Корисний об'єм на 1 працівника, (м ³)	15	59,2
Мінімальна ширина проходу	1.5	1.5

Порівнявши фактичні та нормативні параметри лабораторії, можна зробити висновок, що приміщення відповідає всім вимогам. Заходів нормалізації не потрібно.

4.3 Оцінка небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Аналіз потенційних небезпек, які створюються на робочих місцях у приміщенні в процесі експлуатації технологічного обладнання та розробка заходів по покращенню (нормалізації) умов праці наведено в таблиці 4.3.1.

Небезпечні та шкідливі виробничі чинники за їх природою можна поділити на 4 групи, у відповідності до ГОСТу 12.0.003-74. З таблиці 4.3.1 можна побачити їх перелік або відсутність.

Таблиця 4.3.1 – Небезпечні та шкідливі виробничі фактори

Фізичні	Хімічні	Біологічні	Психофізіологічні
<ul style="list-style-type: none"> Електробезпека Пожежонебезпека 	Відсутні	Контакт з кров'ю	Відсутні

4.4 Електронбезпека

Оскільки в приміщенні, де проводять аналіз стану пацієнта за допомогою забору крові та введення даних в комп'ютер, розміщено прилади, які споживають електроенергію, згідно з нормативами вона відноситься до категорії з підвищеною небезпекою електротравматизму. Джерела небезпеки, реальні та нормативні значення, а також засоби і заходи захисту від ураження електричним струмом наведені в таблицях 4.4.1- 4.4.3.

Таблиця 4.4.1 – Джерела електронбезпеки

№	Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
1.	Ноутбук HP ProBook 450 G5	мережевий кабель	пошкодження ізоляції (людський та технологічний фактор)	ураження струмом, порушення серцевої діяльності та дихання, отримання інших електротравм
2.	Настільна світлодіодна лампа FunDesk LU1	мережевий кабель	пошкодження ізоляції (людський та технологічний фактор)	ураження струмом, порушення серцевої діяльності та дихання, отримання інших електротравм
3.	Принтер Canon PIXMA Ink Efficiency E414	мережевий кабель	пошкодження ізоляції (людський та технологічний фактор)	ураження струмом, порушення серцевої діяльності та дихання, отримання інших електротравм
4.	Глюкометр Accu-Chek Performa	мережевий кабель	пошкодження ізоляції (людський та технологічний фактор)	опіки живих тканин, пошкодження електроустаткування, поранення, стрес

Таблиця 4.4.2 – Реальні та нормативні значення для електричного струму

№	Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативні значення
1.	Змінний струм в мережевих кабелях живлення.	10 - 16 А	60 мА змінного струму при часові контакту 1с - збій в роботі серцевого м'язу

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.4.3 – Заходи та засоби захисту від ураження електричним струмом

№	Група номенклатурних заходів з ОП	Вид заходу	Критерій вибору
1.	Технічні заходи	<ul style="list-style-type: none"> захисні кожухи, заземлення та використання плавких запобіжників(ПН-2). Занулення. ізоляція підлоги лінолеумом 	електроізоляція
		<ul style="list-style-type: none"> своєчасна заміна деталей техніки, що вийшли з ладу чи пошкоджені 	контроль працездатності приладів
2.	Організаційні заходи	інструктаж з питань електробезпеки	навчання з питань безпеки при експлуатації обладнання
		перевірка електричних апаратів за допомогою мегомметра не менше одного разу на рік	контроль показників стрибків струму
3.	Режимні	не передбачені	
4.	Експлуатаційні	повідка засобів вимірювання	достовірність інформації
5.	ЗІЗ	Непередбачені.	

Дане приміщення класифікується, як без підвищеної небезпеки, впродовж доби температура в лабораторії не перевищує 35°C; відносна вологість менше 75. Підлога не є струмопровідною та в приміщенні відсутній струмопровідний пил, що може бути додатковим джерелом електробезпеки.

4.5 Пожежна небезпека

В елементах комп'ютера, глюкометра, принтеру та настільної лампи можливі загоряння. Причини їх виникнення являється безпосередній контакт пристроїв через шнур зарядного пристрою з мережею живлення.

Джерела небезпеки, реальні та нормативні значення, а також засоби і заходи захисту від ураження електричним струмом в кабінеті лікаря-ендокринолога наведені в таблицях 4.5.1- 4.5.3.

Таблиця 4.5.1.– Основні джерела пожежної небезпеки, які створюються в технологічному процесі конструювання приладу

№	Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
1.	Ноутбук HP ProBook 450 G5	мережевий кабель	пошкодження ізоляції (людський та технологічний фактор)	виникнення пожежі, що може завдати шкоди людині, а також знищити цінне обладнання.
2.	Настільна світлодіодна лампа FunDesk LU1	мережевий кабель	пошкодження ізоляції (людський та технологічний фактор)	виникнення пожежі, що може завдати шкоди людині, а також знищити цінне обладнання.
3.	Принтер Canon PIXMA Ink Efficiency E414	мережевий кабель	пошкодження ізоляції (людський та технологічний фактор)	виникнення пожежі, що може завдати шкоди людині, а також знищити цінне обладнання.
4.	Глюкометр Accu-Chek Performa	мережевий кабель.	пошкодження ізоляції (людський та технологічний фактор)	виникнення пожежі, що може завдати шкоди людині, а також знищити цінне обладнання.

Таблиця 4.5.2 – Характеристика приміщення

Класи та підкласи можливих пожеж	клас А (А1)	Горіння твердих речовин, що супроводжується тлінням
	клас Е	Горіння електроустановок під напругою
Групи горючості матеріалів і речовин, які присутні у даному приміщенні	Негорючі (неспалимі) та горючі (спалимі). Речовини, які здатні до самозагоряння у даному приміщенні відсутні.	
Категорія пожежної небезпеки приміщення	категорія Д, зона класу П-Па	Простір у приміщенні, у якому знаходяться тверді горючі речовини та матеріали.

Таблиця 4.5.3. – Заходи та засоби захисту від пожежі

№	Група номенклатурних заходів з ОП	Вид заходу	Критерій вибору
1.	Технічні заходи	Обладнання найбільш стійке до пошкоджень	низька горючість матеріалів
		Автоматичні засоби гасіння пожеж та сигналізації, що забезпечують сповіщення про початок пожежі	індикація виникнення пожежі
		Використання вогнегасника ВП-10	спосіб гасіння пожежі
2.	Організаційні заходи	Плановий інструктаж з техніки безпеки та евакуації	навчання з питань пожежної безпеки при експлуатації обладнання та евакуації
		Плановий огляд усього обладнання, вчасне виявлення і усунення несправності Безпечне розташування елементів електронних схем один від одного (дроти, кабелі)	контроль обладнання
3.	Режимні	не передбачені	
4.	Експлуатаційні	повідка засобів вимірювання	достовірність інформації
5.	ЗІЗ	протигази, респіратори та маски, ізолюючі саморятівники	індивідуальний захист

4.6 Біологічна небезпека

В таблицях 4.6.1-4.6.3 наведені джерела та наслідки біологічної небезпеки, а також приведені реальні та нормативні їх значення з прикладами заходів та засобів стосовно біобезпеки в лабораторії.

Таблиця 4.6.1.– Основні джерела біологічної небезпеки, які створюються в процесі використання приладу

№	Найменування обладнання	Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
1.	Глюкометр Ассу-Chek Performa	голка, що робить забір крові	мікроорганізми, що можуть викликати захворювання	Інфекційне захворювання

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.6.2 – Реальні та нормативні значення джерел біонебезпеки

№	Фактор небезпеки	Реальне значення	Нормативні значення
1.	Мікроорганізми на поверхності голки	Присутні	Відсутні

Таблиця 4.6.3. – Заходи та засоби безпеки

№	Група номенклатурних заходів з ОП	Вид заходу	Критерій вибору
1.	Технічні заходи	не передбачені	
2.	Організаційні заходи	інструктаж з питань біобезпеки	навчання з питань безпеки при експлуатації обладнання
		проведення дезінфекції поверхні	зниження кількості мікроорганізмів
3.	Режимні	не передбачені	
4.	Експлуатаційні	не передбачені	
5.	ЗІЗ	одноразові рукавички	зниження ризику зараження

Висновки до розділу 4

В даному розділі було проаналізовано умови праці в лабораторії, згідно розрахунків вони задовольняють нормативним значенням. Також розглянуто основні види небезпеки такі як пожежна, електрична, біологічна. Розроблено ряд заходів для зменшення ризику виникнення кожної із небезпеки.

Після проведеного аналізу санітарно-гігієнічних умов роботи, умов електробезпеки, пожежної безпеки можемо зробити наступні висновки: переважна більшість чинників відповідає нормативним вимогам, тобто умови тестування можна назвати задовільними.

ВИСНОВКИ

В ході даної роботи було проведено аналіз необхідних джерел стосовно методів моніторингу пацієнтів з ЦД та методів математичного моделювання для прогнозування зміни рівня глюкози в крові. Обґрунтовано використання рівняння лінійної регресії в якості надання прогнозів для пацієнтів та лікарів.

Було розроблено електронний щоденник для прогнозування гіперглікемії в якості мобільного додатку «DiaHelper». Дана система була створена за допомогою платформи створення мобільних додатків для операційної системи Android – Android Studio. Мовою програмування мобільного додатку було обрано Kotlin.

Було проаналізовано можливі варіанти виведення даних на комп'ютері лікаря, що проводить моніторинг та обрано використання хмари бази даних Firebase, що дає можливість передачі, зберігання та видачі даних у режимі реального часу.

В дану систему було імплементовано рівняння лінійної регресії для надання порад користувачу стосовно зміни стадії лікування та рівня глюкози. Математична модель була підрахована за допомогою програмного продукту IBM SPSS Statistics Version 23 з використанням бази даних 398 пацієнтів з цукровим діабетом.

Розроблений електронний щоденник зможе допомогти хворим на цукровий діабет не лише контролювати процес перебігу захворювання, а й допоможе запобігти виникненню тяжких ускладнень за рахунок попередження настання гіперглікемії. А передача даних в режимі онлайн допоможе швидше та якісніше аналізувати перебіг моніторингу лікування.

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Амосова К. М. Внутрішня медицина в 3-х т. : підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів III-IV рівнів акредитації / К. М. Амосова. – Київ, 2008. – 1056 с. – (1). (дата звернення: 17.04.2019)
2. Chomutare T. Features of mobile diabetes applications: review of the literature and analysis of current applications compared against evidence-based guidelines. / T. Chomutare, L. Fernandez-Luque, E. Arsand, G. Hartvigsen. // Journal of Medical Internet Research, 2011. – Vol. 13. – Issue 3. – P. 65. (дата звернення: 20.04.2019)
3. Free C. The Effectiveness of Mobile-Health Technologies to Improve Health Care Service Delivery Processes: A Systematic Review and Meta- Analysis. / C. Free, G. Phillips, L. Watson, et al. // PLoS Medicine, 2013. – Vol. 10. – Issue 1. (дата звернення: 20.04.2019)
4. Костюкевич В. М. Основні поняття математичної статистики / В. М. Костюкевич, О. А. Шинкарук // Статистичні методи опрацювання результатів досліджень / В. М. Костюкевич, О. А. Шинкарук., 2017.
5. Axelsson O. Evaluation Targeting React Native in Comparison to Native Mobile Development / O. Axelsson, F. Carlström., 2016. (дата звернення: 28.04.2019)
6. Mobile application usability: conceptualization and instrument development. // MIS Quarterly. – С. 51. (дата звернення: 29.04.2019)
7. Pfalzer S. Hello, Android: Introducing Google's Mobile Development Platform / Sussannah Pfalzer., 2017. (дата звернення: 28.04.2019)
8. Обзор моделей прогнозирования временных рядов: проба пера [Електронний ресурс]. – 21. – Режим доступа до ресурсу: <https://habr.com/ru/post/180409/>. (дата звернення: 04.05.2019)

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Себер Д. линейный регрессионный анализ / Дж. Себер., 1980. – 456 с. (дата звернення: 03.05.2019)
10. Silagy C. The effectiveness of local adaptation of nationally produced clinical practice guidelines. / C. Silagy, J.B. Lamy, P.L. Toumelin, et al. // Family Practice, 2002. – Vol. 19. – Issue 3. – P. 223-230. (дата звернення: 05.05.2019)
11. Широкова Н.А. Математическое моделирование источников глюкозы и инсулинов в модели баланса. // Математические Структуры И Моделирование, 2004. – Том 2. – Вып. 14. – С. 47-52. (дата звернення: 03.05.2019)
12. Измерение уровня глюкозы в крови [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.onetouch.ru/facts-about-diabetes/diabetes-management/blood-sugar-testing-and-control>. (дата звернення: 03.05.2019)
13. Fei H. Telehealthcare Computing and Engineering: Principles and Design / H. Fei. – Alabama, USA: CRC Press, 2014. – 723 с. (дата звернення: 06.05.2019)
14. Barbolosi D. Computational oncology — mathematical modelling of drug regimens for precision medicine / D. Barbolosi, J. Ciccolini. // Nature Reviews Clinical Oncology. – 24. – №13. – С. 20. (дата звернення: 06.05.2019)
15. Elenko E. Defining digital medicine / E. Elenko, L. Underwood. // Nature Biotechnology. – 12. – №33. – С. 18. (дата звернення: 13.05.2019)
16. Tawalbeh L. A Mobile Cloud Computing Model Using the Cloudlet Scheme for Big Data Applications [Электронный ресурс] / L. Tawalbeh, W. Bakheder, H. Song – Режим доступа до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7545816>. (дата звернення: 14.05.2019)

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Mobile system with network-distributed data processing for biomedical applications [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <https://patents.google.com/patent/US9183351B2/en>. (дата звернення: 15.05.2019)
18. Li W. JustIoT Internet of Things based on the Firebase real-time database / W. Li, C. Yen. – 2018. (дата звернення: 15.05.2019)
19. Cheng F. Build Mobile Apps with Ionic 2 and Firebase / F. Cheng. – Sandringham, Auckland New Zealand, 2017. – 270 с. (дата звернення: 4.06.2019)
20. По следам Google I/O 2016 — новый Firebase: интеграция с Android [Електронний ресурс]. – 8. – Режим доступу до ресурсу: <https://habr.com/ru/company/google/blog/305308/>. (дата звернення: 4.06.2019)
21. The Linear Regression Analysis in SPSS [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.statisticssolutions.com/the-linear-regression-analysis-in-spss/>. (дата звернення: 5.06.2019)
22. Марчук Г. Математические модели в эндокринологии. / Г.И. Марчук., 1980. (дата звернення: 5.06.2019)
23. Эльбаева А. Д. Взаимосвязь вариабельности артериального давления и уровня глюкозы крови при артериальной гипертензии и сахарном диабете 2 типа : дис. канд. мед. наук / Эльбаева Алина Джагафаровна – Владикавказ, 2008. – 145 с. (дата звернення: 5.06.2019)
24. Что такое firebase и как использовать его в Android? [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.ohandroid.com/firebase-x4-10.html>. (дата звернення: 7.06.2019)
25. Build an Android App Using Firebase and the App Engine Flexible Environment [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://cloud.google.com/solutions/mobile/mobile-firebase-app-engine-flexible>. (дата звернення: 7.06.2019)

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

26. Introduction to Firebase [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://hackernoon.com/introduction-to-firebase-218a23186cd7>. (дата звернення: 7.06.2019)

27. Leiva A. Kotlin for Android Developers: Learn Kotlin the easy way while developing an Android App / Antonio Leiva.. – 240 с. (дата звернення: 7.06.2019)

28. Jemerov D. Kotlin in Action / D. Jemerov, S. Isakova.. – 360 с. (дата звернення 8.06.2019)

29. Moskala M. Android Development with Kotlin: Enhance your skills for Android development using Kotlin / Marcin Moskala.. – 440 с. (дата звернення: 7.07.2019)

30. Bruce P. Practical Statistics for Data Scientists: 50 Essential Concepts / P. Bruce, A. Bruce.. – 318 с. (дата звернення: 7.06.2019)

31. Dorfman R. Linear Programming and Economic Analysis (Dover Books on Computer Science) / Robert Dorfman.. – 544 с. (дата звернення: 7.06.2018)

32. American Association of Diabetes Educators [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.diabeteseducator.org/living-with-diabetes/aade7-self-care-behaviors/aade7-self-care-behaviors-monitoring>. (дата звернення: 8.06.2019)

33. Reinauer H. Laboratory Diagnosis and Monitoring of Diabetes Mellitus / H. Reinauer, P. D. Home. – 2002. – С. 29. (дата звернення: 8.06.2019)

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

Реалізація вікна реєстрації у системі

```

package com.meshkova.dia_helper.ui.login

import android.app.DatePickerDialog
import android.content.Context
import android.content.DialogInterface
import android.content.Intent
import android.os.Bundle
import android.support.v7.app.AppCompatActivity
import android.view.View
import android.widget.Toast
import com.meshkova.dia_helper.DiaHelperApplication
import com.meshkova.dia_helper.R
import com.meshkova.dia_helper.entity.User
import com.meshkova.dia_helper.extensions.*
import com.meshkova.dia_helper.ui.main.MainActivity
import kotlinx.android.synthetic.main.login_activity.*
import org.joda.time.DateTime
import javax.inject.Inject

class LoginActivity : AppCompatActivity(), LoginView {

    @Inject
    lateinit var presenter: LoginPresenter

    var birthDateTime = DateTime()

    override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        setContentView(R.layout.login_activity)

        DiaHelperApplication.appComponent?.inject(this)

        presenter.attachView(this)

        initCalendar()

        initEnterButton()
    }

    override fun showLoading() {
        flLoading.visibility = View.VISIBLE
    }

    override fun hideLoading() {
        flLoading.visibility = View.INVISIBLE
    }

    override fun onLogin() {
        hideLoading()
        this.setPassword(etPassword.text.toString())
        MainActivity.start(this)
    }

```

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

    }

    override fun showNoInternet() {
        hideLoading()
        this.buildDialog(
            title = getString(R.string.error_title),
            content = getString(R.string.no_internet),
            positiveButtonTitle = getString(R.string.retry),
            onPositiveButtonClick = DialogInterface.OnClickListener { dialogInterface,
- ->
                presenter.login(constructUserModel())
                dialogInterface.dismiss()
            },
            isNegativeButtonEnabled = true
        )
    }

    override fun showLoginError() {
        hideLoading()
        this.buildDialog(
            title = getString(R.string.error_title),
            content = getString(R.string.general_error),
            positiveButtonTitle = getString(R.string.retry),
            onPositiveButtonClick = DialogInterface.OnClickListener { dialogInterface,
- ->
                presenter.login(constructUserModel())
                dialogInterface.dismiss()
            },
            isNegativeButtonEnabled = true
        )
    }

    private fun initCalendar() {
        etBirthDate.setOnClickListeners {
            val day = birthDateTime.dayOfMonth().get()
            val month = birthDateTime.monthOfYear().get()
            val year = birthDateTime.year().get()

            val datePickerDialog = DatePickerDialog(
                this@LoginActivity,
                DatePickerDialog.OnDateSetListener { _, selectedYear, selectedMonth,
selectedDay ->
                    birthDateTime = DateTime(selectedYear, selectedMonth + 1,
selectedDay, 0, 0)
                    etBirthDate.setText(birthDateTime.formatFullDate())
                }, year, month, day
            )
            datePickerDialog.datePicker.maxDate = System.currentTimeMillis()
            datePickerDialog.show()
        }
    }

    private fun initEnterButton() {
        bEnter.setOnClickListeners {
            this.hideKeyboard()
        }
    }

```

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

        if (!validate()) {
            Toast.makeText(this, getString(R.string.fields_general_error),
                Toast.LENGTH_SHORT).show()
            return@setOnClickListener
        }

        presenter.login(constructUserModel())
    }

private fun validate(): Boolean {
    var isValid = true
    if (etName.text.toString().isEmpty()) {
        etName.error = getString(R.string.field_empty_error)
        isValid = false
    }

    if (etSurname.text.toString().isEmpty()) {
        etSurname.error = getString(R.string.field_empty_error)
        isValid = false
    }

    if (etPassword.text.toString().isEmpty()) {
        etPassword.error = getString(R.string.field_empty_error)
        isValid = false
    } else if (etPassword.text.toString().length < 6) {
        etPassword.error = getString(R.string.password_length_error)
        isValid = false
    }

    if (etBirthDate.text.toString().isEmpty()) {
        etBirthDate.error = getString(R.string.field_empty_error)
        isValid = false
    }

    if (etWeight.text.toString().isEmpty()) {
        etWeight.error = getString(R.string.field_empty_error)
        isValid = false
    }

    if (rgSex.checkedRadioButtonId == -1) {
        isValid = false
    }

    if (rgProgram.checkedRadioButtonId == -1) {
        isValid = false
    }

    return isValid
}

private fun getSelectedSex(): User.Sex {
    return if (rgSex.checkedRadioButtonId == rbMale.id) {
        User.Sex.MALE
    } else {
        User.Sex.FEMALE
    }
}

```

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

    }
}

private fun getSelectedProgram(): User.ProgramType {
    return if (rgProgram.checkedRadioButtonId == rbFirstProgramType.id) {
        User.ProgramType.PROGRAM_TYPE_1
    } else if (rgProgram.checkedRadioButtonId == rbSecondProgramType.id) {
        User.ProgramType.PROGRAM_TYPE_2
    } else {
        User.ProgramType.PROGRAM_TYPE_3
    }
}

private fun constructUserModel(): User {
    return User(
        name = etName.text.toString(),
        surname = etSurname.text.toString(),
        birthDate = birthDateText.formatFullDate(),
        sex = getSelectedSex().value,
        programType = getSelectedProgram(),
        weight = etWeight.text.toString().toInt()
    )
}

companion object {
    fun start(context: Context) {
        val intent = Intent(context, LoginActivity::class.java)
        context.startActivity(intent)
    }
}
}

```

LoginPresenter.kt – Реалізація логіки

```

package com.meshkova.dia_helper.ui.login

import android.content.Context
import com.google.firebase.database.DatabaseReference
import com.google.gson.Gson
import com.meshkova.dia_helper.entity.User
import com.meshkova.dia_helper.extensions.isInternetAvailable
import com.meshkova.dia_helper.extensions.setUser
import com.meshkova.dia_helper.ui.base.BasePresenter
import javax.inject.Inject

class LoginPresenter @Inject constructor(
    private val context: Context,
    private val databaseReference: DatabaseReference,
    private val gson: Gson
) : BasePresenter<LoginView>() {

    fun login(user: User) {
        if (!isViewAttached) return

        if (!context.isInternetAvailable()) {

```

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист 61
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

        view?.showNoInternet()
        return
    }

    view?.showLoading()

    databaseReference.child("users").child(user.getDatabaseKey()).setValue(user)
        .addOnSuccessListener {
            view?.onLogin()
            context.setUser(user, gson)
        }
        .addOnFailureListener {
            view?.showLoginError()
        }
    }
}

```

LoginView.kt – Реалізація інтерфейсу

```

package com.meshkova.dia_helper.ui.login

import com.meshkova.dia_helper.ui.base.View

interface LoginView: View {

    fun showLoading()

    fun hideLoading()

    fun onLogin()

    fun showNoInternet()

    fun showLoginError()

}

```

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б

Реалізація вікна вводу та передачі екстремальних показників

```
package com.meshkova.dia_helper.ui.input.extra
import android.content.Context
import android.content.DialogInterface
import android.content.Intent
import android.os.Bundle
import android.view.View
import android.widget.Toast
import com.meshkova.dia_helper.DiaHelperApplication
import com.meshkova.dia_helper.R
import com.meshkova.dia_helper.entity.ExtraUnits
import com.meshkova.dia_helper.entity.ExtraValues
import com.meshkova.dia_helper.extensions.buildDialog
import com.meshkova.dia_helper.extensions.formatTime
import com.meshkova.dia_helper.extensions.hideKeyboard
import com.meshkova.dia_helper.ui.base.ToolbarActivity
import kotlinx.android.synthetic.main.input_extra_units_activity.*
import org.joda.time.DateTime
import javax.inject.Inject

class ExtremeValuesActivity : ToolbarActivity(), ExtremeValuesView {

    @Inject
    lateinit var presenter: ExtremeValuesPresenter
    override val toolbarTitleRes = R.string.main_extreme_units_title
    override val isBackButtonAvailable = true

    override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        setContentView(R.layout.input_extra_units_activity)

        DiaHelperApplication.appComponent?.inject(this)
        presenter.attachView(this)

        initToolbar()

        bSend.setOnClickListener {
            this.hideKeyboard()

            if (!validate()) {
                Toast.makeText(this, getString(R.string.extreme_empty_values_error),
                    Toast.LENGTH_SHORT).show()
                return@setOnClickListener
            }

            presenter.sendExtraUnits(constructExtraValuesModel())
        }

        override fun showLoading() {
            flLoading.visibility = View.VISIBLE
        }

        override fun hideLoading() {
            flLoading.visibility = View.INVISIBLE
        }

        override fun showNoInternet() {
            hideLoading()
        }
    }
}
```

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист 63
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

        this.buildDialog(
            title = getString(R.string.error_title),
            content = getString(R.string.no_internet),
            positiveButtonTitle = getString(R.string.retry),
            onPositiveButtonClick = DialogInterface.OnClickListener { dialogInterface,
- ->
                presenter.sendExtraUnits(constructExtraValuesModel())
                dialogInterface.dismiss()
            },
            isNegativeButtonEnabled = true
        )
    }

    override fun showError() {
        hideLoading()
        this.buildDialog(
            title = getString(R.string.error_title),
            content = getString(R.string.general_error),
            positiveButtonTitle = getString(R.string.retry),
            onPositiveButtonClick = DialogInterface.OnClickListener { dialogInterface,
- ->
                presenter.sendExtraUnits(constructExtraValuesModel())
                dialogInterface.dismiss()
            },
            isNegativeButtonEnabled = true
        )
    }

    override fun onDataSent() {
        finish()
    }

    private fun validate(): Boolean {
        var isValid = true
        if (etArterialPressure.text.toString().isEmpty()) {
            isValid = false
        }

        if (etChss.text.toString().isEmpty()) {
            isValid = false
        }

        if (etGlucose.text.toString().isEmpty()) {
            isValid = false
        }

        if (etBreadUnits.text.toString().isEmpty()) {
            isValid = false
        }

        return isValid
    }

    private fun constructExtraValuesModel(): ExtraUnits {
        return ExtraUnits(
            time = DateTime().formatTime(),
            values = ExtraValues(
                arterialPressureValue = etArterialPressure.text.toString(),
                chssValue = etChss.text.toString().toInt(),
                glucoseValue = etGlucose.text.toString().toFloat(),
                breadUnitsValue = etBreadUnits.text.toString().toFloat()
            )
        )
    }
}

```

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		


```

        companion object {
            fun start(context: Context) {
                val intent = Intent(context, ExtremeValuesActivity::class.java)
                context.startActivity(intent)
            }
        }
    }
}
ExtremeValuesPresenter.kt

```

```

package com.meshkova.dia_helper.ui.input.extra

```

```

import android.content.Context
import com.google.firebase.database.DatabaseReference
import com.google.gson.Gson
import com.meshkova.dia_helper.entity.ExtraUnits
import com.meshkova.dia_helper.extensions.formatFullDate
import com.meshkova.dia_helper.extensions.getUser
import com.meshkova.dia_helper.extensions.isInternetAvailable
import com.meshkova.dia_helper.extensions.setUser
import com.meshkova.dia_helper.ui.base.BasePresenter
import org.joda.time.DateTime
import javax.inject.Inject

```

```

class ExtremeValuesPresenter @Inject constructor(
    private val context: Context,
    private val databaseReference: DatabaseReference,
    private val gson: Gson
) : BasePresenter<ExtremeValuesView>() {

    fun sendExtraUnits(extraUnits: ExtraUnits) {
        if (!isViewAttached) return

        if (!context.isInternetAvailable()) {
            view?.showNoInternet()
            return
        }

        view?.showLoading()

        val user = context.getUser(gson)

        user ?: return

        databaseReference.child("users")
            .child(user.getDatabaseKey())
            .child("values")
            .child(DateTime().formatFullDate().toString())
            .child(extraUnits.toString())
            .child(extraUnits.time)
            .setValue(extraUnits.values)
            .addOnSuccessListener {
                view?.onDataSent()
                context.setUser(user, gson)
            }
            .addOnFailureListener {
                view?.showError()
            }
    }

}

}
ExtremeValuesView.kt

```

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист 65
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

package com.meshkova.dia_helper.ui.input.extra
import com.meshkova.dia_helper.ui.base.View
interface ExtremeValuesView: View {
    fun showNoInternet()
    fun showLoading()
    fun hideLoading()
    fun onDataSent()
    fun showError()

```

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток В

Реалізація вікна налаштувань

```

package com.meshkova.dia_helper.ui.settings

import android.content.Context
import android.content.DialogInterface
import android.content.Intent
import android.os.Bundle
import android.support.annotation.StringRes
import android.view.View
import android.widget.Toast
import com.google.gson.Gson
import com.meshkova.dia_helper.DiaHelperApplication
import com.meshkova.dia_helper.R
import com.meshkova.dia_helper.entity.User
import com.meshkova.dia_helper.extensions.buildDialog
import com.meshkova.dia_helper.extensions.hideKeyboard
import com.meshkova.dia_helper.ui.base.ToolbarActivity
import com.meshkova.dia_helper.ui.info.InfoActivity
import kotlinx.android.synthetic.main.settings_activity.*
import javax.inject.Inject

class SettingsActivity : ToolbarActivity(), SettingsView {

    override val toolbarTitleRes = R.string.settings_toolbar_title
    override val isBackButtonAvailable = true

    @Inject
    lateinit var presenter: SettingsPresenter
    @Inject
    lateinit var gson: Gson

    override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        setContentView(R.layout.settings_activity)

        DiaHelperApplication.appComponent?.inject(this)

        presenter.attachView(this)

        initToolbar()

        initUi()

        cvInfo.setOnClickListener { InfoActivity.start(this,
            presenter.getUserData()?.programType) }
        bEnter.setOnClickListener {
            hideKeyboard()
            presenter.sendData(etWeight.text.toString().toInt(), getSelectedProgram())
        }

        private fun initUi() {
            presenter.getUserData()?.let {
                etWeight.setText(it.weight.toString())
                setSelectedProgram(it.programType)
            }
        }

        override fun showNoInternet() {

```

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист 67
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

hideLoading()
this.buildDialog(
    title = getString(R.string.error_title),
    content = getString(R.string.no_internet),
    positiveButtonTitle = getString(R.string.retry),
    onPositiveButtonClick = DialogInterface.OnClickListener { dialogInterface,
_ ->
        presenter.sendData(etWeight.text.toString().toInt(),
getSelectedProgram())
        dialogInterface.dismiss()
    },
    isNegativeButtonEnabled = true
)
}

override fun showDataSaved() {
    hideLoading()
    Toast.makeText(this, getString(R.string.settings_data_saved),
Toast.LENGTH_SHORT).show()
}

override fun showError(@StringRes messageRes: Int) {
    hideLoading()
    this.buildDialog(
        title = getString(R.string.error_title),
        content = getString(messageRes),
        positiveButtonTitle = getString(R.string.retry),
        onPositiveButtonClick = DialogInterface.OnClickListener { dialogInterface,
_ ->
            presenter.sendData(etWeight.text.toString().toInt(),
getSelectedProgram())
            dialogInterface.dismiss()
        },
        isNegativeButtonEnabled = true
    )
}

override fun showLoading() {
    flLoading.visibility = View.VISIBLE
}

override fun hideLoading() {
    flLoading.visibility = View.GONE
}

private fun getSelectedProgram(): User.ProgramType {
    return if (rgProgram.checkedRadioButtonId == rbFirstProgramType.id) {
        User.ProgramType.PROGRAM_TYPE_1
    } else if (rgProgram.checkedRadioButtonId == rbSecondProgramType.id) {
        User.ProgramType.PROGRAM_TYPE_2
    } else {
        User.ProgramType.PROGRAM_TYPE_3
    }
}

private fun setSelectedProgram(programType: User.ProgramType?) {
    when (programType) {
        User.ProgramType.PROGRAM_TYPE_1 -> {
            rbFirstProgramType.isChecked = true
        }
        User.ProgramType.PROGRAM_TYPE_2 -> {
            rbSecondProgramType.isChecked = true
        }
        User.ProgramType.PROGRAM_TYPE_3 -> {

```

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

        rbThirdProgramType.isChecked = true
    }
}

companion object {
    fun start(context: Context) {
        val intent = Intent(context, SettingsActivity::class.java)
        context.startActivity(intent)
    }
}
}

```

SettingsPresenter.kt

```

package com.meshkova.dia_helper.ui.settings

import android.content.Context
import com.google.android.gms.tasks.Task
import com.google.firebase.database.DatabaseReference
import com.google.gson.Gson
import com.meshkova.dia_helper.R
import com.meshkova.dia_helper.entity.User
import com.meshkova.dia_helper.extensions.getUser
import com.meshkova.dia_helper.extensions.isInternetAvailable
import com.meshkova.dia_helper.extensions.setUser
import com.meshkova.dia_helper.ui.base.BasePresenter
import javax.inject.Inject

class SettingsPresenter @Inject constructor(
    private val context: Context,
    private val databaseReference: DatabaseReference,
    private val gson: Gson
) : BasePresenter<SettingsView>() {

    private val user by lazy { context.getUser(gson) }

    fun getUserData(): User? {
        return user
    }

    fun sendData(weight: Int, programType: User.ProgramType) {
        if (!isViewAttached) return

        if (!context.isInternetAvailable()) {
            view?.showNoInternet()
            return
        }

        view?.showLoading()

        if (user?.programType == programType && user?.weight == weight) {
            view?.showError(R.string.settings_data_not_changed_error)
            return
        }

        setWeight(weight)?.addOnSuccessListener {
            setProgramType(programType)?.addOnSuccessListener {
                view?.showDataSaved()
                user?.let {
                    it.programType = programType
                    it.weight = weight
                    context.setUser(it, gson)
                }
            }
        }
    }
}

```

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

        }
        }?.addOnFailureListener {
            view?.showError(R.string.general_error)
        }
    }?.addOnFailureListener {
        view?.showError(R.string.general_error)
    }
}

private fun setWeight(weight: Int): Task<Void>? {
    return user?.let {
        databaseReference.child("users")
            .child(it.getDatabaseKey())
            .child("weight")
            .setValue(weight)
    }
}

private fun setProgramType(programType: User.ProgramType): Task<Void>? {
    return user?.let {
        databaseReference.child("users")
            .child(it.getDatabaseKey())
            .child("programType")
            .setValue(programType)
    }
}
}

```

SettingsView.kt

```

package com.meshkova.dia_helper.ui.settings

import android.support.annotation.StringRes
import com.meshkova.dia_helper.ui.base.View

interface SettingsView: View {

    fun showLoading()
    fun hideLoading()
    fun showNoInternet()
    fun showError(@StringRes messageRes: Int)
    fun showDataSaved()
}

```

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Г

Реалізація головного вікна мобільного додатку та видачі поради

```
package com.meshkova.dia_helper.ui.main

import android.content.Context
import android.content.DialogInterface
import android.content.Intent
import android.os.Bundle
import android.view.Menu
import android.view.MenuItem
import com.meshkova.dia_helper.R
import com.meshkova.dia_helper.entity.InputDataValue
import com.meshkova.dia_helper.extensions.buildDialog
import com.meshkova.dia_helper.ui.base.ToolbarActivity
import com.meshkova.dia_helper.ui.input.InputDataActivity
import com.meshkova.dia_helper.ui.input.extra.ExtremeValuesActivity
import com.meshkova.dia_helper.ui.settings.SettingsActivity
import kotlinx.android.synthetic.main.main_activity.*

class MainActivity : ToolbarActivity() {

    override val toolbarTitleRes = R.string.main_toolbar_title
    override val isBackButtonAvailable = false

    override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        setContentView(R.layout.main_activity)

        initToolbar()

        cvAdvice.setOnClickListener { showAdviceDialog(Utils.generateAdviceMessage()) }
        cvGeneral.setOnClickListener { InputDataActivity.start(this,
InputDataValue.GENERAL) }
        cvBreadUnits.setOnClickListener { InputDataActivity.start(this,
InputDataValue.BREAD_UNITS) }
        cvExtremeValues.setOnClickListener { ExtremeValuesActivity.start(this) }
    }

    private fun showAdviceDialog(message: String) {
        this.buildDialog(
            title = "Порада",
            content = message,
            onPositiveButtonClick = DialogInterface.OnClickListener { dialogInterface,
- ->
                dialogInterface.dismiss()
            }
        )
    }

    override fun onOptionsItemSelected(item: MenuItem): Boolean {
        when (item.itemId) {
            R.id.action_settings -> {
                SettingsActivity.start(this)
            }
        }
        return true
    }

    override fun onCreateOptionsMenu(menu: Menu): Boolean {
        menuInflater.inflate(R.menu.menu_settings, menu)
    }
}
```

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

```

        return true
    }

    companion object {
        fun start(context: Context) {
            val intent = Intent(context, MainActivity::class.java)
            context.startActivity(intent)
        }
    }
}

```

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		


```

override fun onCreateOptionsMenu(menu: Menu): Boolean {
    menuInflater.inflate(R.menu.menu_settings, menu)
    return true
}

companion object {
    fun start(context: Context) {
        val intent = Intent(context, MainActivity::class.java)
        context.startActivity(intent)
    }
}
}

```

					БМ51.13.2705.1404.ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		